CPE INEN 019 (2001) (Spanish): Código eléctrico nacional - CAPITULO 4

BLANK PAGE



CAPITULO 4. EQUIPOS PARA USO GENERAL

SECCIÓN 400. CORDONES Y CABLES FLEXIBLES

A. Generalidades

400-1. Alcance.- Esta Sección trata de los requisitos generales, aplicaciones y especificaciones de construcción de los cordones flexibles y de los cables flexible.

400-2. Otras Secciones.- Los cordones y cables flexibles deben cumplir los establecido en esta Sección y las disposiciones aplicables de las demás Secciones de este código.

400-3. Uso adecuado.- Los cables y cordones flexibles y sus accesorios deben ser adecuados para las condiciones de uso e instalación.

400-4. Tipos.- Los cables y cordones flexibles deben cumplir con lo especificado en la Tabla 400-4. Los tipos de cables y cordones flexibles que no aparezcan listados en esa Tabla, deben someterse a investigación especial.

TABLA 400-4.- Cordones y cables flexibles

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento (Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
		mm^2	AWG			AWG	mm					
Cordón para bombilla	C	0,82-5,25	18-10	2 o más	Termoplástico endurecido	18-16 14-10	0,75 1,125	Algodón	Ninguno	Colgante o portátil	En lugares secos	Uso no pesado
Cable de ascensores	E Nota 5 Nota 9 Nota 10	0,51-33,62	20-2	2 o más	Termoendurecido	20-16 14-12 12-10 8-2 20-16 14-12 12-10 8-2	0,5 0,75 1,125 1,5 0,5 0,75 1,125 1,5	Algodón Chaqueta de nilón flexible	3 de algodón, uno exterior retardante a la llama y resistente a la humedad. Nota 3.	Alumbrado y control de ascensores	Lugares no peligrosos	
Cable de ascensores	EO Nota 5 Nota 10	0,51-33,62	20-2	2 o más	Termoendurecido	20-16 14-20 12-10 8-2	0,5 0,75 1,125 1,5	Algodón	3 de algodón, uno exterior retardante a la llama y resistente a la humedad. Nota 3.		Lugares no peligrosos	
									1 de algodón y forro de neopreno. Nota 3.		Lugares peligrosos (clasificados)	
Cable de ascensores	ET Nota 5 Nota 10	0,51-33,62	20-2	2 o más	Termoplástico	20-16 14-20 12-10 8-2	0,5 0,75 1,125 1,5	Rayón	3 de algodón o equivalente, uno exterior retardante a la llama y resistente a la humedad. Nota 3.	Lugares no peligrosos		
	ETLB Nota 5 Nota 10							Ninguno				

	SEO Nota 4								Elastómero termoplástico resistente al aceite			
	SEOO Nota 4				Elastómero termoplástico resistente al aceite							
Cordón de uso intenso	SJ	0,82-5,25	18-10	2, 3, 4 o 5	Termoendurecido	18-12 10	0,75 1,125	Ninguno	Termoendurecido		Lugares húmedos	Uso pesado
	SJE				Elastómero termoplástico				Elastómero termoplástico			
	SJEO								Elastómero termoplástico resistente al aceite			
	SJEOO				Elastómero termoplástico resistente al aceite							
	SJO				Termoendurecido				Termoendurecido resistente al aceite			
	SJOO				Termoendurecido resistente al aceite				Termoendurecido resistente al aceite			
	SJT				Termoplástico				Termoplástico			
	SJTO				Termoplástico				Termoendurecido resistente al aceite			
	SJTOO				Termoplástico resistente al aceite				Termoendurecido resistente al aceite			
Cordón para uso intenso	SO Nota 4	0,82-33,62	18-2	2 o más	Termoendurecido	18-16 14-10 8-2	0,75 1,125 1,5		Termoendurecido resistente al aceite	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso extrapesado
	SOO Nota 4				Termoendurecido resistente al aceite				Termoendurecido resistente al aceite			

	HSOO	2,08-3,30	14-12		Termoendurecido resistente al aceite							Uso extrapesado
	HSJOO	0,82-3,30	18-12									Uso pesado
Cordón portátil trenzado	PD	0,82-5,25	18-10	2 0 más	Termoendurecido o termoplástico	18-16 14-10	0,75 1,125	Algodón	Algodón o rayón	Colgante o portátil	Lugares secos	Uso no pesado
Cable eléctrico portátil	PPE	8,36-278,68	8-500 kcmil	1-6 más conductor de tierra (opcional)	Elastómero termoplástico	8-2 1-4/0 250 kcmils a 500 kcmils	1,5 2,0 2,375		Elastómero termoplástico resistente al aceite	Portátil, uso extra pesado		
Cordón para uso intenso	S Nota 4	0,82-3,30	18-12	2 o más	Termoendurecido	18-16 14-10 8-2	0,75 1,125 1,5	Ninguno	Termoendurecido	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso extra pesado
Cable flexible para escenarios e iluminación	SC	8,36-278,68	8-250 kcmils	1 o más	Termoendurecido	8-2 1-4/0 250 kcmils	1,5 2,0 2,375		Termoendurecido*	Portátil, uso extra pesado		
Cable flexible para escenarios, iluminación	SCE	8,36-278,68	8-250 kcmils	1 o más	Elastómero termoplástico	8-2 1-4/0 250 kcmils	1,5 2,0 2,375		Termoplástico elastómero	Portátil, uso extra pesado		
Cable flexible para escenarios, iluminación	SCT	8,36-278,68	8-250 kcmils	1 o más	Termoplástico	8-2 1-4/0 250 kcmils	1,5 2,0 2,375		Termoplástico*	Portátil, uso extra pesado		
Cordón de uso intenso	SE Nota 4	0,82-33,62	18-2	2 o más	Elastómero termoplástico	18-16 14-10 8-2	0,75 1,125 1,5	Ninguno	Elastómero termoplástico	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso extra pesado
	ETP Nota 5 Nota 10				Termoplástico			Rayón	Termoplástico	Lugares peligrosos (clasificados)		
	ETT Nota 5 Nota 10				Termoplástico			Ninguno	1 de algodón o equivalente y un forro termoplástico	Lugares peligrosos (clasificados)		
Cable eléctrico portátil	G	8,36-278,68	8-500 kcmils	2-6 más el conductor de puesta a tierra	Termoendurecido	8-2 1-4/0 250 kcmils a 500 kcmils	1,5 2,0 2,375		Termoendurecido resistente al aceite	Portátil y uso extra pesado		
Cordón de calentador	HPD	0,82-3,30	18-12	2, 3 o 4	Termoendurecido al amianto o sólo termoendurecido	18-16 14-12	0,375 0,75	Ninguno	Algodón o rayón	Calentadores portátiles	Lugares secos	Uso no pesado
Cordón paralelo de calentador	HPN Nota 6	0,82-3,30	18-12	2 o 3	Termoendurecido resistente al aceite	18-16 14 12	1,125 1,5 2,375	Ninguno	Termoendurecido resistente al aceite	Portátil	Lugares húmedos	Uso no pesado

Cordón de calentador con forro termoendurecido	HS	2,08-3,30	14-12	2, 3 o 4	Termoendurecido	18-16 14-12	0,75 1,125	Ninguno	Algodón y termoendurecido	Portátil o calentador portátil	Lugares húmedos	Uso extra pesado
	HSJ	0,82-3,30	18-12									Uso pesado
	HSO	2,08-3,30	14-12									Uso extra pesado
	HSJO	0,82-3,30	18-12						Algodón y termoendurecido resistente al aceite			Uso pesado
Cordón paralelo todo de termoendurecido	SP-1 Nota 6	0,51-0,82	20-18	2 o 3	Termoendurecido	20-18	0,75	Ninguno	Termoendurecido	Colgante o portátil		
	SP-2 Nota 6	0,82-1,31	18-16			18-16	1,125					
	SP-3 Nota 6	0,82-5,25	18-10		Termoendurecido	18-16 14 12 10	1,5 2,0 2,375 2,75	Ninguno	termoendurecido	Frigoríficos, acondicionadores de aire y lo que permite la Sección 422-8.d)	Lugares húmedos	Uso no pesado
Cordón paralelo todo de elastómetro	SPE-1 Nota 6	0,51-0,82	20-18	2 o 3	Elastómero termoplástico	20-18	0,75	Ninguno	Elastómero termoplástico	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no pesado
	SPE-2 Nota 6	0,82-1,31	18-16			18-16	1,125					
	SPE-3 Nota 6	0,82,5,25	18-10			18-16 14 12 10	1,5 2,0 2,375 2,75	Ninguno	Elastómero termoplástico	Frigoríficos, acondicionadores de aire y lo que permite la Sección 422-8.d)	Lugares húmedos	Uso no pesado
Cordón paralelo todo de plástico	SPT-1 Nota 6	0,51-0,82	20-18	2 o 3	Termoplástico	20-18	0,75	Ninguno	Termoplástico	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no pesado
	SPT-2 Nota 6	0,82-1,31	18-16			18-16	1,125					
	SPT-3 Nota 6	0,82,5,25	18-10		Termoplástico	18-16 14 12 10	1,5 2,0 2,375 2,75	Ninguno	Termoplástico	Frigoríficos, acondicionadores de aire y lo que permite la Sección 422-8.d)	Lugares húmedos	Uso no pesado
Cables de cocina y secadoras	SRD	5,25-21,14	10-4	3 o 4	Termoendurecido	10-4	1,125	Ninguno	Termoendurecido	Portátil	Lugares húmedos	Estufas y secadoras
	SRDE	5,25-21,14	10-4	3 o 4	Elastómero termoplástico			Ninguno	Elastómero termoplástico	Portátil	Lugares húmedos	Estufas y secadoras

	SRDT	5,25-21,14	10-4	3 o 4	Termoplástico			Ninguno	Termoplástico	Portátil	Lugares húmedos	Estufas y secadoras
Cordón para uso intenso	ST Nota 4	0,82-33,62	18-2	2 o más	Termoplástico	18-16	0,375	Ninguno	Termoendurecido	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso extra pesado
	STO Nota 4								Elastómero termoplástico			
	STOO Nota 4				Termoplástico resistente al aceite							
Cable de aspiradoras	SV Nota 6	0,82-1,31	18-16	2 o 3	Termoendurecido	18-16	0,375	Ninguno	Termoendurecido	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no pesado
	SVE Nota 6				Elastómero termoplástico				Elastómero termoplástico			
	SVEO Nota 6								Elastómero termoplástico resistente al aceite			
	SVEOO Nota 6				Elastómero termoplástico resistente al aceite				Termoendurecido resistente al aceite			
	SVO SVOO				Termoendurecido Termoendurecido resistente al aceite							
	SVT Nota 6				Termoplástico				Termoplástico			
	SVTO Nota 6				Termoplástico				Termoplástico resistente al aceite			
	SVTOO				Termoplástico resistente al aceite				Termoplástico resistente al aceite			
Cable de tinsel paralelo	TPT Nota 2	0,10	27	2	Termoplástico	27	0,75	Ninguno	Termoplástico	Unido a un aparato	Lugares húm.	Uso no pesado
Cable de tinsel forrado	TS Nota 2	0,10	27	2	Termoendurecido	27	0,375	Ninguno	Termoendurecido	Unido a un aparato	Lugares húm.	Uso no pesado
	TST Nota 2	0,10	27	2	Termoplástico			Ninguno	Termoplástico		Lugares húm.	Uso no pesado
Cable eléctrico portátil	W	8,36-278,68	8-500 kcmils	1-6	Termoendurecido	8-2 1-4/0 250 kcmils a 500 kcmils	1,5 2,0 2,375		Termoendurecido resistente al aceite	Portátil extrapesado		

Cables eléctricos para vehículos	EV	0,82-278,68	18-500 kcmils Nota 11	2 o más, más conductor o conductores de masa más cables opcionales híbridos para datos, señales, comunicaciones y fibra óptica	Termoendurecido con nilón opcional Nota 12	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250 kcmils a 500 kcmils		Opcional	Termoendurecido	Carga de vehículos eléctricos	Lugares húmedos	Uso extra pesado
	EVJ	0,82-3,30	18-12 Nota 11			18-12						Uso pesado
	EVE	0,82-278,68	18-500 kcmils Nota 11		Elastómero termoplástico con nilón opcional Nota 12	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250 kcmils a 500 kcmils			Elastómero termoplástico			Uso extrapesado
	EVJE	0,82-3,30	18-12 Nota 11			18-12						Uso pesado
	EVT	0,82-278,68	18-500 kcmils Nota 11		Termoplástico con nilón opcional Nota 12	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250 kcmils a 500 kcmils			Termoplástico			Uso extra pesado
	EVJT	0,82-3,30	18-12 Nota 11			18-12						Uso pesado

***** El recubrimiento exterior exigido en algunos cables unipolares puede ser integrado con el aislamiento.

NOTAS A LA TABLA 400-4

1) Excepto para los tipos HPN, SP-1, SP-2, SP-3, SPE-1, SPE-2, SPE-3, SPT-1, SPT-2, SPT-3, TPT y las versiones de cables paralelos de tres conductores de los cables SRD, SRDE y SRDT, los conductores individuales deben ir trenzados.

2) Se permite cables de tipo TPT, TS y TST cuya longitud no supere los 2,40 m cuando vayan unidos directamente o mediante un conector especial a artefactos portátiles de 50 W nominales o menos y de tal naturaleza que resulte esencial una gran flexibilidad del cordón.

3) En sustitución del trenzado interno se permite utilizar cintas rellenas de goma o de tela barnizada.

4) En los escenarios de los teatros, en los garajes y otros lugares donde este código lo autorice, se permite usar cordones flexibles, apropiadamente de tipo G, S, SC, SCE, SCT, SE, SEO, SEOO, SO, SOO, ST, STO, STOO, PPE y W.

5) Los cables móviles de los ascensores para los circuitos de control y señalización, deben contener los rellenos no metálicos necesarios para mantener su forma concéntrica. Los cables deben tener miembros de soporte en acero como exige el Artículo 620-41. En lugares expuestos a excesiva humedad o vapores o gases corrosivos, se permite utilizar miembros de soporte de otros materiales. Cuando se utilicen miembros de soporte de acero, deben ir rectos a través del centro del conjunto del cable y no se deben trenzar con los hilos de cobre de los conductores. Además de los conductores utilizados para los circuitos de control y señalización, se permite que los cables de ascensores de tipos E, EO, ET, ETLB, ETP y ETT lleven incorporados uno o más pares telefónicos con sección transversal de 0,51 mm^2 (20 AWG), uno o más cables coaxiales y/o uno o más cables de fibra óptica. Se permite que los pares con sección transversal de 0,51 mm^2 (20 AWG) vayan cubiertos con una pantalla adecuada para circuitos de comunicaciones telefónicas, de audio o de alta frecuencia; los cables coaxiales consisten en un conductor central, un aislante y una pantalla (blindaje) para usar en circuitos de comunicaciones para vídeo o radiofrecuencia. Los cables de fibra óptica deben ir recubiertos adecuadamente con un termoplástico retardante de la llama. El aislante de los

conductores debe ser de goma o termoplástico, de un espesor no menor al especificado para los demás conductores de ese tipo de cable. Las pantallas metálicas deben tener su propio recubrimiento protector. Cuando se utilicen, se permite que estos componente vayan incorporados en cualquier capa del conjunto del cable, pero no deben ir en línea recta a través del centro del conjunto.

6) El tercer conductor de estos cables sólo se debe utilizar para puesta a tierra de los equipos.

7) Los conductores individuales de todos los cordones, excepto los de los cordones resistentes al calor, deben llevar aislante de termoplástico o termoendurecido, excepto el conductor de puesta a tierra de los equipos, cuando se utilice, que debe cumplir lo establecido en el Artículo 400-23.b).

8) Cuando el voltaje entre dos conductores cualesquiera sea mayor de 300 V pero no supere los 600 V, los cables flexibles con sección transversal de 5,25 mm^2 (10 AWG) e inferiores, deben tener sus conductores individuales con aislamiento termoplástico o termoendurecido de 1,14 mm de espesor como mínimo, excepto si se utilizan cordones de tipo S, SE, SEO, SEOO, SO, SOO, ST, STO o STOO.

9) Se permite utilizar el sufijo LS, después de las letras de código, para designar los aislantes y recubrimientos exteriores que cumplan los requisitos de retardante de la llama, producción limitada de humo y que estén así certificados.

10) Los cables de ascensores con sección transversal de 0,51 a 2,08 mm^2 (20 a 14 AWG) son de 300 V nominales y con sección transversal de 5,25 a 33,62 mm^2 (10 a 2 AWG) son de 600 V nominales. Los de sección transversal de 3,30 mm^2 (12 AWG) son de 300 V nominales con un aislante de 0,76 mm de espesor y los de 600 V con un aislante de 1,14 mm de espesor.

11) Las secciones transversales de los conductores de los cables de tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT y EVJT son sólo para circuitos de potencia limitada. Los conductores para circuitos de potencia limitada (de datos, señales o comunicaciones) pueden superar la sección transversal (calibre AWG) establecida. Todos los conductores deben estar aislados para el mismo voltaje nominal del cable.

12) Entre paréntesis se indica el espesor del aislamiento de los cables de nilón de tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, y EVJT.

400-5. Capacidad nominal de los cables y cordones flexibles.- En las Tablas 400-5.a) y 400-5.b) se recoge la capacidad nominal de los cables y cordones flexibles con más de tres conductores portadores de corriente. Estas Tablas se deben utilizar, junto con las normas aplicables de los productos finales, para elegir los cables con sección transversal y tipo adecuados. Si hubiera más de tres conductores en portadores de corriente, la capacidad nominal de corriente para cada conductor se debe reducir a partir de la de cables de tres conductores, en la proporción que se indica en la siguiente Tabla:

Número de conductores	Porcentaje a aplicar a los valores de las Tablas 400-5.a) y 400-5.b) (%)
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
De 41 en adelante	35

a) Temperatura máxima admisible de aislamiento.- En ningún caso se deben asociar los conductores de modo que, teniendo en cuenta el tipo de circuito, el método de alambrado usado o el número de conductores, se superen los límites de temperatura de los mismos. El conductor de neutro que sólo transporte la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, no se debe considerar como portador de corriente.

En un circuito trifilar, con dos alambres de fase y el neutro, de un sistema trifásico de cuatro hilos conectado en estrella, un conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de línea a neutro de los otros conductores, por lo que se debe considerar como conductor portador de corriente.

En un circuito trifásico tetrafilar conectado en estrella, en el que la mayor parte de la carga sea no lineal, como las de bombillas de descarga, computadores o equipos electrónicos de procesos de datos o equipos similares, en el conductor neutro se producen corrientes con alto contenido de armónicos, por lo que se debe considerar como conductor portador de corriente. No se considera conductor portador de corriente un conductor de puesta a tierra de equipos.

Cuando se utilice un solo conductor tanto para puesta a tierra de los equipos como para transportar la corriente de desequilibrio de otros conductores, como se establece en el Artículo 250-60 para cocinas y secadoras eléctricas de ropa, no se debe considerar como conductor portador de corriente.

Excepción: *Para otras condiciones de carga, se permite calcular los factores de ajuste de acuerdo con el Artículo 310-15.b).*

NOTA.- Véase el Apéndice B Tabla B-310-11, para los factores de ajuste cuando hay más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable con diversidad de cargas.

400-6. Rotulados

a) Rótulos estándar.- Los cables y cordones flexibles se deben rotular por medio de una etiqueta impresa sujeta al carrete o a la caja. La etiqueta debe contener la información que exige el Artículo 310-11.a). Los cordones flexibles de tipo S, SC, SCE, SCT, SE, SEO, SEOO, SJ, SJEO, SJEOO, SJO, SJT, SJTO, SJTOO, SO, SOO, ST, STO y STOO y los cables flexibles de tipo G, PPE y W deben ir rotulados de modo duradero en su superficie a intervalos no superiores a 0,60 m con la designación del tipo, sección transversal o calibre y número de conductores.

b) Rótulos opcionales.- Se permite que los cables y cordones flexibles listados en la Tabla 400-4 vayan rotulados en su superficie indicando las características especiales de los materiales del cable.

NOTA.- Estos rótulos pueden ser, entre otros, “LS” para los cables con producción limitada de humo (limited smoke); “resistente a la luz del sol, etc.

TABLA 400-5.a).- Capacidad de corriente para cables y cordones flexibles (A temperatura ambiente de 30°C, Véase el Artículo 400-13 y la Ta bla 400-4)

Sección transversal		Termoendurecidos tipo TS	Termoendurecidos tipos C, E, EO, PD, S, SJ, SJO, SJOO, SO, SOO, SP-1, SP-2, SP-3, SRD, SV, SVO y SVOO		Tipos AFS, AFSJ, HPD, HPN, HS, HSJ, HSJO, HSJOO, HSO y HSOO
mm²	AWG	Termoplásticos tipos TPT y TST	Termoplásticos tipos ET, ETLB, ETP, ETT, SE, SEO, SJE, SJEO, SJT, SJTO, SJTOO, SP-1, SP-2, SP-3, SPT-1, SPT-2, SPT-3, ST, SRDE, SRDT, STO, STOO, SVE, SVEO, SVT, SVTO y STVOO		
			A#	B#	
0,10	27*	0,5	....	....	....
0,51	20	....	5**	***	....
0,82	18	....	7	10	10
1,04	17	....	....	12	....
1,31	16	....	10	13	15
1,65	15	....	....	....	17
2,08	14	....	15	18	20
3,30	12	....	20	25	30
5,25	10	....	25	30	35
8,36	8	....	35	40	....
13,29	6	....	45	55	....
21,14	4	....	60	70	....
33,62	2	....	80	95	....

* Cordón de Tinsel
** Sólo cables de ascensores
*** 7 A sólo para cables de ascensores y 2 A para los demás.
Los valores de corriente bajo la columna A son para cordones de tres conductores y otros cordones multiconductores conectados a equipos de utilización de modo que sólo tres conductores son portadores de corriente. Los valores de corriente bajo la columna B son para cordones de 2 conductores y otros cordones multiconductores conectados a equipos de utilización de modo que sólo dos conductores son portadores de corriente.

TABLA 400-5.b).- Capacidad de corriente para los cables de tipo SC, SCE, SCT, G y W (A temperatura ambiente de 30°C. Véase la Tabla 400-4)

		Temperatura nominal del cable								
Sección transversal		60°C			75°C			90°C		
mm²	AWG	D	E	F	D	E	F	D	E	F
8,36	8	60	55	48						
13,29	6	80	72	63						
21,14	4	105	96	84						
26,66	3	120	113	99						
33,62	2									
42,20	1									
53,50	1/0									
67,44	2/0									
85,02	3/0									
107,21	4/0									
125,67	250									
152,01	300									
177,37	350									
202,68	400									
253,35	500									

NOTA.- Las capacidades de corriente bajo la columna D se permiten para conductores sencillos de tipo SC, SCE, SCT, PPE y cable W cuando los conductores individuales no estén instalados en canalizaciones ni estén en contacto físico unos con otros, excepto en tramos no superiores a 0,60 m cuando atraviesen la pared de un encerramiento.

Las capacidades de corriente bajo la columna E se aplican para cables de 2 conductores y otros multifilares conectados a equipos de utilización de modo que sólo dos conductores sean portadores de corriente. Las capacidades de corriente bajo la columna F se aplican para cables de tres conductores y otros multifilares conectados a equipos de utilización de modo que sólo tres conductores sean portadores de corriente.

400-7. Usos permitidos

a) Usos.- Los cables y cordones flexibles se deben utilizar sólo para 1) colgantes; 2) alambrado de aparatos; 3) conexión de bombillas o artefactos portátiles; 4) cables de ascensores; 5) alambrado de grúas y elevadores; 6) conexión de equipos fijos para facilitar sus cambios frecuentes; 7) evitar la transmisión de ruidos y vibraciones; 8) artefactos cuyos medios de sujeción y conexiones mecánicas estén diseñados específicamente para permitir fácil desmonte para su mantenimiento y reparación y el artefacto esté destinado o identificado para conexión con cordón flexible; 9) proceso de datos, según permite el Artículo 645-5; 10) conexión de partes móviles u 11) alambrados temporales como se permite en los Artículos 305-4.b) y 305-4.c).

b) Clavijas.- Cuando se utilicen como permite en 400-7.a).3), 6) y 8), los cordones flexibles deben estar equipados con una clavija y conectarse a una salida para tomacorriente.

Excepción: Lo permitido en el Artículo 364-8.

400-8. Usos no permitidos.- A menos que se permita específicamente en el Artículo 400-7, no se deben utilizar cables flexibles: 1) en sustitución del alambrado fijo de una estructura; 2) cuando atraviesen agujeros en paredes, pisos o techos; 3) cuando atraviesen puestas, ventanas o aberturas similares; 4) cuando vayan unidos a la superficie de un edificio; 5) cuando vayan ocultos tras las paredes, pisos o techos de una edificación o 6) cuando vayan instalados en canalizaciones, excepto si se permite en otros lugares de este Código.

Excepción: Se permiten que el cable y el condón flexible tengan una conexión en la superficie de un edificio para un dispositivo adecuado de toma de tensión. La longitud del cable o cordón desde la terminación del suministro hasta el dispositivo de toma no debe ser superior a 1,80 m.

400-9. Empalmes.- Cuando inicialmente estén instalados en las aplicaciones permitidas en el Artículo 400-7.a), los cordones flexibles se deben utilizar sólo en tramos continuos sin empalmes ni derivaciones. Se permite la reparación de empalmes de cables y cordones de uso pesado y semipesado (véase la columna 1 de la Tabla 400-4), de sección transversal 2,08 mm^2 (14 AWG) y superior, si los conductores están empalmados según lo establecido en el Artículo 110-14.b) y el empalme mantiene el aislamiento y las propiedades del blindaje exterior y las características de uso del cordón empalmado.

400-10 Tracción en uniones y terminales.- Los cordones flexibles deben ir conectados a los dispositivos y accesorios de modo que la tracción ejercida sobre ellos no se transmita a las uniones no terminales.

NOTA.- Algunos métodos para evitar que la tracción ejercida sobre un cordón se transmita a las uniones o terminales son: 1) anudarlo; 2) sujetarlo con cinta aislante y 3) utilizar accesorios diseñados para ese propósito.

400-11. Vitrinas y vidrieras.- Los cordones flexibles utilizados en las vitrinas y vidrieras deben ser tipo AFS, S, SE, SEO, SEOO, SJ,SJE, SJEO, SJEOO, SJO, SJOO, SJT, SJTO, SJTOO, SO, SOO, ST, STO o STOO.

Excepciones:

1) *En alambrado para artefactos de alumbrado colgados de una cadena.*
2) *Como cordones de suministro de bombillas portátiles u otras mercancías expuestas o exhibidas para la venta.*

400-12. Sección Transversal mínima.- Los conductores de un cable o cordón flexible deben tener una sección transversal no menor a lo establecido en la Tabla 400-4.

400-13. Protección contra sobrecorriente.- Los cordones flexibles de sección transversal no menor a 0,82 mm^2 (18 AGW), los de Tinsel o los que tengan características equivalentes, de sección transversal menor a la aprobada para su utilización con determinados aparatos, se deben considerar protegidos contra sobrecorriente por los dispositivos de protección descritos en el Artículo 240-4.

400-14. Protección contra daños.- Cuando pasen a través de agujeros en las tapas, cajas de salidas o encerramientos similares, los cables y cordones flexibles se deben proteger con accesorios o pasacables adecuados.

B. Especificaciones de construcción

400-20. Etiquetas.- Los cables y cordones flexibles deben ser examinados y ensayados en fábrica y etiquetados antes de ser despachados.

400-21. Espesor nominal del aislamiento.- El espesor nominal del aislamiento de los conductores de cables y cordones flexibles no debe ser menor al especificado en la Tabla 400-4.

400-22. Identificación del conductor puesto a tierra.- El conductor de un cable o cordón flexible que esté destinado como conductor puesto a tierra de circuito, debe llevar una marca continua que le distinga claramente de los demás conductores. La identificación se hará por alguno de los métodos especificados en los siguientes apartados a) a f).

a) Trenzado de color.- Un trenzado de color blanco o gris natural y el trenzado de los demás conductores de colores fuertes fácilmente distinguibles.

b) Hebra de color en el trenzado.- Una hebra en el trenzado de un color que contraste con el del trenzado y ninguna hebra en el trenzado de los demás conductores. No se debe emplear ninguna hebra en el trenzado de cualquier conductor de un cordón flexible que contenga un conductor con un trenzado de color blanco o gris natural.

> *Excepción: En el caso de los cordones de tipo C y PD y los que tengan el trenzado de los conductores individuales en color blanco o gris natural. En tales cordones se permite que el rótulo identificativo sea el acabado blanco continuo o gris natural de un conductor, siempre que el trenzado de los demás conductores lleve una hebra de color.*

c) Aislante de color.- En los cordones que no lleven trenzado en sus conductores individuales, un aislante blanco o gris natural en un conductor y en los otros aislantes de colores fácilmente distinguibles.

En los cordones forrados que se suministran con los aparatos, un conductor con el aislante azul claro y los demás conductores con sus aislantes de colores claramente distinguibles, que no sea blanco ni gris natural.

> *Excepción: Los cordones cuyo aislante de los conductores venga integrado en el forro.*

Se permite cubrir el aislante con un acabado exterior para dar el color deseado.

d) Separador de color.- En los cordones cuyo aislante de los conductores individuales esté integrado en el forro, un separador blanco o gris natural en un conductor y otro de un color continuo fácilmente distinguible en los demás conductores

e) Conductores estañados.- En los cordones con aislante de los conductores individuales integrado en el forro, un conductor que tenga los hilos estañados y los demás hilos sin estañar.

f) Rotulado en la superficie.- En los cordones con aislante de los conductores individuales integrado en el forro, una o más bandas, pestañas o ranuras ubicadas en el exterior del cordón para identificar un conductor.

400-23. Identificación del conductor de puesta a tierra de equipos.- Un conductor que esté destinado para utilizarlo como conductor de puesta a tierra de equipos, debe llevar una marca identificativa continua que lo distinga claramente de los demás conductores. Los conductores con un forro continuo verde o de franjas verdes y amarillas, no se deben utilizar para otros fines que para puesta a tierra de equipos. La marca identificativa debe ser alguna de las especificadas en los siguientes apartados a) o b):

a) Trenzado de color.- Un trenzado de color verde continuo o de color verde con una o más franjas amarillas.

b) Aislamiento de cubierta con color.- En los cordones que no tengan sus conductores individuales trenzados, un aislante de color verde continuo o de color verde con una o más franjas amarillas.

440-24. Clavijas.- Cuando un cordón flexible lleve conductor de puesta a tierra de equipos y esté equipado con clavija de conexión, esta clavija debe cumplir lo establecido en los Artículos 250-59.a) y b).

C. Cables portátiles de más de 600 V nominales

400-30. Alcance.- Esta parte se aplica a los cables multiconductores portátiles utilizados para conectar equipos y maquinaria móviles.

400-31. Construcción

a) Conductores.- Los conductores deben ser de cobre con sección transversal de 8,36 mm^2 (8 AWG) o mayor y formar un trenzado flexible.

b) Blindaje.- Los cables que funcionen a más de 2 000 V deben ir blindados. El blindaje tiene por finalidad limitar los esfuerzos de tensión de equipos dentro del aislamiento.

c) Conductor(es) de puesta a tierra de equipos.- Deben llevar un conductor o conductores de puesta a tierra de equipos. Su sección transversal total no debe ser menor a la del conductor de puesta a tierra de equipos que se establece en el Artículo 250-95.

400-32. Blindaje.- Todos los blindajes deben estar puestos a tierra.

400-33. Puesta a tierra.- Los conductores de puesta a tierra se deben conectar según lo establecido en la Sección 250, Parte K.

400-34. Radio mínimo de curvatura.- Los radios mínimos de curvatura de los cables portátiles durante su instalación y manipulación en servicio deben ser los adecuados para evitarles daños.

400-35. Accesorios.- Los conectores que se utilicen para conectar tramos de cable, deben ser de un tipo de enganche que los mantenga firmemente unidos. Debe evitarse que estos conectores se abran o se cierren mientras estén energizados. También se deben emplear medios adecuados para evitar tensiones mecánicas en los conectores y terminaciones.

400-36. Empalmes y terminaciones.- Los cables portátiles no deben contener empalmes, excepto si son de tipo permanente, moldeado o vulcanizado, según lo que establece el Artículo 110-14.d). Las terminaciones de los cables portátiles de más de 600 V nominales sólo deben ser accesibles a personal calificado y autorizado.

SECCIÓN 402. CONDUCTORES PARA APARATOS

402-1. Alcance.- Esta Sección se refiere a los requisitos generales y las especificaciones de construcción de los conductores para aparatos.

402-2. Otras Secciones.- Los conductores para aparatos deben cumplir lo establecido en esta Sección y en las disposiciones aplicables de otras Secciones de este Código.

NOTA.- Para aplicaciones a apartados de alumbrado, véase la Sección 410.

402-3. Tipos.- Los conductores para aparatos deben ser de un tipo listado en la Tabla 402-3 y cumplir con los demás requisitos de esa Tabla. Si no se indica otra cosa, los conductores para aparatos de la Tabla 402-3 se pueden utilizar a 600 V nominales.

NOTA.- Los aislantes termoplásticos se ponen rígidos a temperaturas menores a –10 °C (14 °F), por lo que hay que tener el máximo cuidado cuando se instalen a esas temperaturas. Los aislantes termoplásticos se pueden deformar a temperaturas normales si están sometidos a presión, por lo que hay que tener cuidado al instalarlos y en los puntos de soporte.

402-5. Capacidad nominal de los conductores para aparatos.- En la tabla 402-5 se recoge la capacidad de corriente de los conductores para aparatos.

No se debe utilizar ningún conductor en condiciones tales que su temperatura supere la especificada en la Tabla 402-3 para el tipo de aislamiento indicado.

NOTA.- Para los límites de temperatura de los conductores, véase el Artículo 310-10.

402-6. Sección transversal mínima.- Los conductores para aparatos no deben tener una sección transversal menor a 0,82 mm^2 (18 AWG).

402-7. Número de conductores en conduit o tuberías.- El número de conductores para aparatos permitidos en un solo conduit o tubería no debe superar el porcentaje de ocupación de la Tabla 1, Capítulo 9.

402-8. Identificación del conductor puesto a tierra.- El conductor para aparatos que esté destinado para utilizarlo como conductor de puesta a tierra, se debe identificar mediante franjas o por los medios descritos en el Artículo 400-22.a) a e).

402-9. Rotulado

a) Información requerida.- Todos los conductores para aparatos deben ir rotulados con la información exigida en el Artículo 310-11.a).

b) Método de rotulado.- Los conductores para aparatos con aislamiento termoplástico se deben rotular de modo duradero en su superficie a intervalos no superiores a 0,60 m. Todos los demás conductores para aparatos se deben rotular por medio de una etiqueta impresa unida al rollo, al carrete o a su caja.

c) Rótulos opcionales.- Se permite que los cables y cordones flexibles listados en la Tabla 400-4 vayan rotulados en su superficie indicando las características especiales de los materiales del cable.

NOTA.- Ejemplos de estos rótulos pueden ser, entre otros, "LS" para los cables con producción limitada de humo; "resistentes a la luz del sol", etc.

402-10. Usos permitidos.- Se permite usar los conductores para aparatos: 1) en instalaciones de aparatos de alumbrado y equipos similares cuando estén encerrados o protegidos y no sometidos a dobleces o retorcimientos durante su uso o 2) para conectar los aparatos de alumbrado a los conductores del circuito ramal que alimenta los aparatos.

Cuadro 402-3. Conductores para aparatos

Nombre comercial	Letra de tipo	Aislamiento	Sección transversal mm^2	AWG	Espesor del aislamiento (en mm)	Cubierta exterior	Temperatura máxima de trabajo	Orientaciones sobre utilización
Cable para aparatos de propileno-etileno fluorado, macizo o trenzado de 7 hilos	PF	Propileno-etileno fluorado	0,82 – 2,08	18 – 14	0,5	Ninguna	200 °C	Alambrado de aparatos
Cable para aparatos de propileno-etileno fluorado, trenzado flexible	PFF	Propileno-etileno fluorado	0,82 – 2,08	18 – 14	0,5	Ninguno	150 °C	Alambrado de aparatos
Cable para aparatos de propileno-etileno fluorado, macizo o trenzado de 7 hilos	PGF	Propileno-etileno fluorado	0,82 – 2,08	18 – 14	0,35	Con trenzado de cristal	200 °C	Alambrado de aparatos
Cable para aparatos de propileno-etileno fluorado, trenzado flexible	PGFF	Propileno-etileno fluorado	0,82 – 2,08	18 – 14	0,35	Con trenzado de cristal	150 °C	Alambrado de aparatos
Cable de politetrafluoroetileno extrido, macizo o trenzado de 7 hilo (de níquel o de cobre recubierto con níquel)	PTF	Politetrafluoroetileno extruido	0,82 – 2,08	18 – 14	0,5	Ninguno	250 °C	Alambrado de aparatos (de níquel o de cobre recubierto de níquel)
Cable de politetrafluoroetileno extruido, trenzado flexible de 26-36 AWG, de plata o cobre recubierto de níquel)	PTFF	Politetrafluoroetileno extruido	0,82 – 2,08	18 – 14	0,5	Ninguno	150 °C	Alambrado de aparatos (de plata o de cobre recubierto de níquel)
Alambre de aparatos recubierto de goma resistente al calor, macizo o trenzado de 7 hilos	RFH-1 RFH-2	Goma resistente al calor Goma resistente al calor Goma látex resistente al calor	0,82 0,82 – 1,31 0,82 – 1,31	18 18 – 16 18 – 16	0,375 0,75 0,45	Recubrimiento no metálico Recubrimiento no metálico	75 °C 75 °C	Alambrado de aparatos de hasta 300 V Alambrado de aparatos
Alambre de aparatos aislado con polímero sintético entrelazado, macizo o trenzado	RFHH-2* RFHH-3*	Polímero sintético trenzado	0,82 – 1,31 0,82 – 1,31	18 – 16 18 – 16	0,75 1,125	Ninguno o metálico	90 °C	Cable multipolar de aparatos
Alambre de aparatos con aislamiento de silicona, macizo o trenzado de 7 hilos	SF – 1 SF – 2	Goma de silicona Goma de silicona	0,82 0,82 – 2,08	18 18 – 14	0,375 0,75	No metálico No metálico	200 °C 200 °C	Alambrado de aparatos limitado a 300 V Alambrado de aparatos
Alambre de aparatos con aislamiento de silicona, trenzado	SFF – 1 SFF – 2	Goma de silicona Goma de silicona	0,82 0,82 – 2,08	18 18 – 14	0,375 0,75	No metálico No metálico	150 °C 150 °C	Alambrado de aparatos limitado a 300 V

flexible								Alambrado de aparatos
Cable recubierto de asbesto y resistente al calor	AF	Asbesto impregnado o Asbesto resistente a la humedad y asbesto impregnado	0,82 – 2,08 3,30 – 5,25	18 – 14 12 – 10	Aislamiento resistente a la humedad: -- 0,50 / -- 0,625 Aislamiento de asbesto: 0,75 0,25 / 1,125 0,50	Ninguno	150 ℃	Alambrado de aparatos. Limitados a 300 V y en lugares interiores secos
Alambre de aparatos recubierto de goma y resistente al calor, de trenzado flexible	FFH-2	Goma resistente al calor Goma de látex resistente al calor	0,82 – 1,31 0,82 – 1,31	18 – 16 18 – 16	0,75 0,45	Recubrimiento no metálico	75 ℃	Alambrado de aparatos
Cable ECTFE macizo o de 7 hilos	HF	Etileno cloro – trifluoro-etileno	0,82 – 2,08	18 – 14	0,375	Ninguno	150 ℃	Alambrado de aparatos
Cable ECTFE de trenzado flexible	HFF	Etileno cloro – trifluoro - etileno	0,82 – 2,08	18 – 14	0,375	Ninguno	150 ℃	Alambrado de aparatos
Cable para aparatos con aislamiento de cinta, macizo o trenzado de 7 hilos	KF-1 KF-2	Cinta de polimida aromática Cinta de poliimida aromática	0,82 – 5,25 0,82 – 5,25	18 – 10 18 – 10	0,137 0,21	Ninguna Ninguna	200 ℃ 200 ℃	Alambrado de aparatos hasta 300 V Alambrado de aparatos
Cable para aparatos con aislamiento de cinta, trenzado flexible	KFF-1 KFF-2	Cinta de poliimida aromática Cinta de poliimida aromática	0,82 – 5,25 0,82 – 5,25	18 – 10 18 – 10	0,137 0,21	Ninguna Ninguna	200 ℃ 200 ℃	Alambrado de aparatos hasta 300 V Alambrado de aparatos
Perfluoroalcoxi, macizo o trenzado de 7 hilos (de níquel o cobre forrado de níquel)	PAF	Perfluoroalcoxi	0,82 – 2,08	18 – 14	0,5	Ninguna	250 ℃	Alambrado de aparatos (níquel o cobre forrado de níquel)
Perfluoroalcoxi, trenzado flexible	PAFF	Penfluoroalcoxi	0,82 – 2,08	18 – 14	0,5	Ninguna	150 ℃	Alambrado de aparatos
Alambre de aparatos con recubrimiento termoplástico, macizo o trenzado de 7 hilos	TF*	Termoplástico	0,82 – 1,31	18 – 16	0,75	Ninguno	60 ℃	Alambrado de aparatos
Alambre de aparatos con recubrimiento termoplástico, trenzado flexible	TFF*	Termoplástico	0,82 – 1,31	18 – 16	0,75	Ninguno	60 ℃	Alambrado de aparatos
Alambre de aparatos con recubrimiento termoplástico	TFN*	Termoplástico	0,82 – 1,31	18 – 16	0,375	Con forro de nylon o equivalente	90 ℃	Alambrado de aparatos

resistente al calor, macizo o trenzado de 7 hilos								
Alambre de aparatos con recubrimiento termoplástico resistente al calor, trenzado flexible	TFFN*	Termoplástico	0,82 – 1,31	18 – 16	0,375	Con forro de nylon o equivalente	90 °C	Alambrado de aparatos
Alambre de aparatos con aislamiento de poliolefina trenzada, macizo o trenzado de 7 hilos	XF*	Poliolefina trenzada	0,82 – 2,08	18 – 14 12 – 10	0,75 1,125	Ninguno	150 °C	Alambrado de aparatos limitados a 300 V
Alambre de aparatos con aislamiento de poliolefina trenzada, trenzado flexible	XFF*	Poliolefina trenzada	0,82 – 2,08	18 – 14 12 – 10	0,75 1,125	Ninguno	150 °C	Alambrado de aparatos limitados a 300 V
ETFE modificado, sólido o trenzado de 7 hilos	ZF	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	0,82 – 2,08	18 – 14	0,375	Ninguno	150 °C	Alambrado de aparatos
Trenzado flexible	ZFF	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	0,82 – 2,08	18 – 14	0,375	Ninguno	150 °C	Alambrado de aparatos
ETFE modificado, de alta temperatura, sólido o de 7 hilos	ZHF	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	0,82 – 2,08	18 – 14	0,375	Ninguno	200 °C	Alambrado de aparatos

- Se permite identificar los aislantes y otros recubrimientos exteriores que cumplan los requisitos de ser retardantes de la llama, con producción limitada de humo, etc., con el sufijo LS a continuación de la letra de tipo.

TABLA 402-5 Capacidad de Corriente para conductores para aparatos

Sección transversal		Capacidad de corriente (A)
Mm^2	AWG	
0,82	18	6
1,31	16	8
2,08	14	17
3,30	12	23
5,25	10	28

402-11. Usos no permitidos.- Los conductores para aparatos no se deben usar como conductores de los circuitos ramales.

> *Excepción: Lo que permite el Artículo 352-27 para circuitos de Clase 1 y el Artículo 760-27 para circuitos de alarma contra incendios.*

402-12. Protección contra sobrecorriente.- Los conductores para aparatos deben estar protegidos contra sobrecorriente, según lo especificado en el Artículo 240-4.

SECCIÓN 410. APARATOS DE ALUMBRADO, PORTABOMBILLAS, BOMBILLAS Y TOMACORRIENTES

A. Generalidades

410-1. Alcance.- Esta Sección trata de los aparatos de alumbrado, portabombillas, colgantes, tomacorrientes, bombillas incandescentes de filamento, bombillas de arco, bombillas de descarga y del alambrado y equipos que forman parte de dichas bombillas, aparatos e instalaciones de alumbrado.

NOTA.- El término internacional de un aparato de alumbrado es "luminaria" que se define como una unidad completa de alumbrado consistente en una o varias bombillas junto con las piezas diseñadas para distribuir la luz, para colocar y proteger las bombillas y para conectarlas a la fuente de alimentación.

410-2. Otras Secciones aplicables.- Los equipos que se utilicen en lugares peligrosos (clasificados) deben cumplir los establecido en las Secciones 500 a 517. Los sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos deben cumplir con lo establecido en la Sección 411. Las bombillas de arco utilizadas en los teatros deben cumplir el Artículo 520-61 y las utilizadas en máquinas de proyección deben cumplir el Artículo 540-20. Las bombillas de arco utilizadas en sistemas de corriente constante deben cumplir los requisitos generales de la Sección 710.

410-3. Partes energizadas.- Los aparatos de alumbrado, portabombillas, bombillas y tomacorrientes no deben tener partes energizadas expuestas normalmente al contacto. Los terminales expuestos accesibles de los portabombillas, tomacorrientes e interruptores no se deben instalar en aparatos con protector metálico ni en las bases abiertas de bombillas portátiles de mesa o de piso.

> *Excepción: Se permite que los portabombillas y tomacorrientes del tipo de pinzas ubicados como mínimo a 2,40 m sobre el piso, tengan sus terminales expuestos.*

B. Ubicación de los aparatos

410-4. Aparatos en lugares específicos

a) En lugares húmedos y mojados.- La instalación de aparatos de alumbrado en lugares húmedos o mojados debe hacerse de modo que no entre ni se acumule el agua en los compartimientos de los alambres, portabombillas ni en otras partes eléctricas. Todos los aparatos instalados en lugares mojados deben llevar la inscripción "Adecuado para lugares mojados" ("Suitable for Wet Locations"). Todos los artefactos instalados en lugares húmedos deben llevar la inscripción "Adecuado para lugares mojados" o "Adecuados para lugares húmedos" ("Suitable for Wet Locations" o "Suitable for Damp Locations").

Respecto al requisitos anterior, se consideran lugares mojados las instalaciones subterráneas o de baldosas de hormigón o mampostería en contacto directo con la tierra y los lugares expuestos a la saturación de agua y otros líquidos, como los expuestos a la intemperie y desprotegidos, las zonas de lavado de vehículos y otros lugares similares.

Respecto al requisito anterior, se consideran lugares húmedos los locales protegidos de la intemperie pero expuestos a un grado moderado de humedad, como algunos sótanos, algunos depósitos, algunos depósitos frigoríficos y similares, lo mismo que las partes parcialmente protegidas bajo toldos, marquesinas, porches techados abiertos y similares.

NOTA.- Respecto a las instalaciones de alumbrado en piscinas, fuentes de agua y similares, véase la Sección 680.

b) Lugares corrosivos.- Los aparatos instalados en lugares corrosivos deben ser de un tipo adecuado para dichos lugares.

c) En conductos o campanas.- Se permite instalar aparatos en campanas de cocina de edificaciones no residenciales siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

1) El aparato debe estar identificado para usarlo en campanas de cocinas comerciales e instalado de modo que no se superen los límites de temperatura de los materiales utilizados.
2) El aparato debe estar construido de modo que los vapores de escape, grasa, aceite y vapores de cocina estén por fuera de los compartimientos de las bombillas y del alambrado. Los difusores deben ser resistentes al choque térmico.
3) Las partes del aparato expuestas dentro de la campana deben ser resistentes a la corrosión o estar protegidas contra la corrosión y su superficie debe ser lisa de modo que no se acumulen depósitos y se facilite la limpieza.
4) Los métodos de alambrado y los materiales que deben el suministro al aparato o aparatos, no deben quedar expuestos dentro de la campana.

NOTA.- Para los conductores y equipos expuestos a agentes deteriorantes, véase el Artículo 110-11.

d) Encima de las tinas (bañeras).- Ninguna parte de aparatos conectados mediante cordón, aparatos colgantes, rieles de alumbrado, colgantes o ventiladores de techo, se deben ubicar dentro de una zona de 0,90 m medidos horizontalmente y de 2,40 m medidos verticalmente desde la parte superior del borde de las bañeras. Esta zona incluye todo el espacio ubicado directamente sobre la bañera.

410-5 Aparatos cerca de materiales combustibles.- Los aparatos deben estar construidos, instalados o equipados con deflectores o protectores de modo que los materiales combustibles no se vean expuestos a temperaturas superiores a 90 ℃ .

410-6. Aparatos sobre materiales combustibles.- Los portabombillas instalados sobre materiales altamente combustibles deben ser del tipo sin interruptor incorporado. Si no existe un interruptor individual para cada aparato, los portabombillas deben estar ubicados como mínimo a 2,40 m sobre el piso o ubicados y protegidos de modo que las bombillas no se puedan quitar o estropear fácilmente.

410-7. Aparatos de alumbrado de vitrinas.- En las vitrinas no se deben emplear aparatos con alambrado externo.

Excepción: Se permite el alambrado externo de los artefactos colgados de una cadena.

410-8. Aparatos de alumbrado en roperos

a) Definición

Espacio de ropero.- Se define el espacio de ropero como el volumen limitado por las paredes laterales y trasera del armario y por los planos que van desde el piso del armario verticalmente hasta una altura de 1,80 m o a la barra más alta para los ganchos de ropa y paralelos a las paredes, a una distancia horizontal de 0,60 m desde las paredes laterales y trasera del armario, respectivamente, que continúa verticalmente paralelo a las paredes hasta el techo del armario, a la mayor de las siguientes distancias: 0,30 m en la horizontal o a la anchura del anaquel.

NOTA.- Véase la figura 410-8

En los roperos en los que se pueda acceder por los dos lados a la barra de ganchos de ropa, el espacio de ropero incluye el volumen ubicado bajo la barra más alta que se prolongue 0,30 m a cada lado de la misma, en un plano horizontal, hasta el piso que rodea toda la longitud de la barra.

b) Tipos de aparatos permitidos.- En un ropero se permite instalar los aparatos certificados de los siguientes tipos:

1) Un aparato incandescente de sobreponer o empotrado y con la bombilla completamente encerrada.
2) Un aparato fluorescente de sobreponer o empotrado.

c) Tipos de aparatos no permitidos.- En los roperos no se permite instalar aparatos de alumbrado incandescentes con bombillas a la vista o parcialmente encerrada ni aparatos o portabombillas colgantes.

d) Ubicación.- En los roperos se permite instalar aparatos de alumbrado del siguiente modo:

1) Aparatos incandescentes de sobreponer instalados en la pared arriba de la puerta o en el techo, siempre y cuando quede una separación mínima de 0,30 m entre el aparato y el punto más cercano del espacio del ropero.
2) Aparatos para tubos fluorescentes de sobreponer, instalados un la pared de arriba de la puerta o en el techo, siempre y cuando quede una separación mínima de 0,15 m entre el aparato y el punto más cercano del espacio del ropero.
3) Aparatos incandescentes empotrados con una bombilla completamente encerrada, instalados en la pared o en el techo, siempre y cuando quede una separación mínima de 15 cm entre el aparato y el punto más cercano del espacio de ropero.
4) Aparatos fluorescentes empotrados, instalados en la pared o en el techo, siempre y cuando quede una separación mínima de 15 cm entre el aparato y el punto más cercano del espacio de ropero.

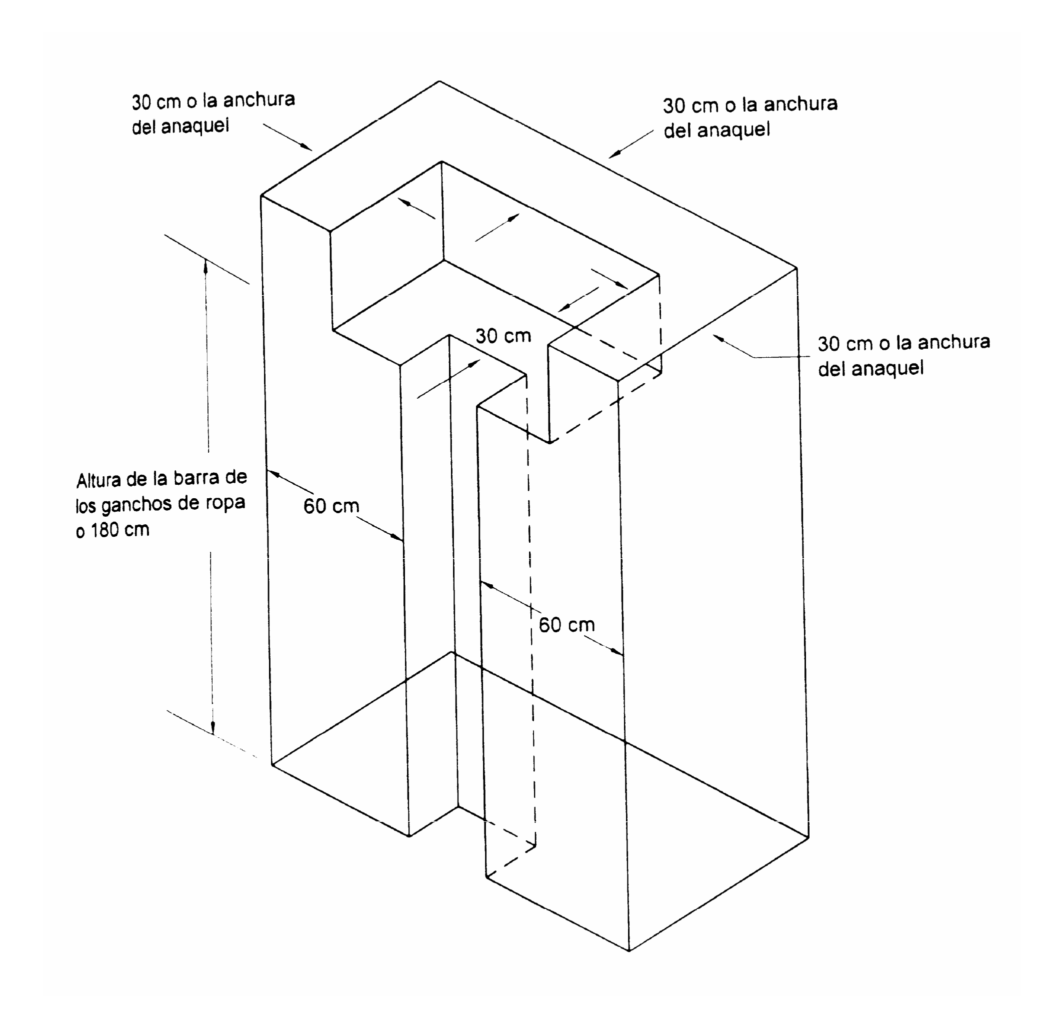


FIGURA 410-8. Espacio de ropero

410-9. Espacio para alumbrado en molduras.- Las molduras deben tener un espacio adecuado y estar ubicadas de modo que las bombillas y los equipos de alumbrado se puedan instalar y mantener adecuadamente.

C. Disposiciones sobre la salida de aparatos, tapas ornamentales y con bordes

410-10. Espacio para los conductores.- En conjunto, las tapas ornamentales y las cajas de salida deben dejar un espacio adecuado para instalar adecuadamente los conductores de los aparatos y sus dispositivos de conexión.

410-11. Límites de temperatura de los conductores en las cajas de salida.- Los aparatos de alumbrado deben estar construidos e instalados de manera que los conductores de las cajas de salida no estén expuestos a temperaturas superiores a la nominal.

El alambrado de un circuito ramal no debe pasar a través de una caja de salida que forme parte integrante de un aparato incandescente de alumbrado, excepto si el aparato está identificado para que pasen cables a través del mismo.

410-12. Cajas de salida que se deben tapar.- En una instalación terminada, todas las cajas de salida deben tener tapa, excepto si están cubiertas por una tapa ornamental, portabombillas, tomacorriente o dispositivo similar.

410-13. Recubrimiento del material combustible en las cajas de salida.- Toda pared o techo acabado en material combustible expuesto, que se halle entre el borde de una tapa de acabado o tapa con borde y una caja de salida se debe recubrir con material no combustible.

410-14. Conexión de los aparatos de alumbrado de descarga

a) Independientemente de la caja de salida.- Cuando los aparatos de alumbrado de descarga estén apoyados independientemente de la caja de salida, se deben conectar a través de canalizaciones metálicas, canalizaciones no metálicas, cables de tipo MC, AC o MI o cables con blindaje no metálico.

> *Excepción: Se permiten aparatos conectados mediante cordón, como se establece en el Artículo 410-30.b) y c).*

b) Acceso a las cajas.- Los aparatos de alumbrado de descarga montados en la superficie sobre salidas, cajas de unión o cajas de paso ocultas, se deben instalar con unas aberturas adecuadas en la parte posterior del aparato para permitir el acceso a las cajas.

D. Soportes de aparatos

a) Generalidades.- Los aparatos, portabombillas y tomacorrientes deben estar fijados firmemente. Un aparato que pese más de 2,72 kg o supere 0,40 m en cualquiera de sus dimensiones no se debe soportar únicamente en el casquillo roscado de un portalámparas.

b) Postes metálicos como soporte de aparatos de alumbrado.- Se permite utilizar postes metálicos para soportar aparatos de alumbrado y llevar por dentro los conductores de suministro, siempre que cumplan las siguientes condiciones:

1) En el poste o en su base debe haber un orificio de inspección accesible de dimensiones no menores 500 mm x 100 mm con una tapa hermética a la lluvia, que dé acceso a la canalización o terminación del cable de suministro. Cuando el ducto vertical de la canalización o el cable no esté instalado dentro del poste, a este se le debe soldar o cobresoldar un accesorio o pasacables roscado, en la parte opuesta al orificio para la conexión del cable de suministro. Se permite soldar, cobresoldar o aterrajar en obra otros postes, que se deben tapar o cubrir.

> *Excepción: Se permite prescindir del orificio exigido en el anterior apartado b).1) en postes metálicos de 6,10 m de altura o menos sobre el nivel del piso, si el poste lleva una base con bisagra. El terminal de puesta a tierra debe ser accesible y estar dentro de la base. Las dos partes del poste con bisagra se deben conectar equipotencialmente.*

2) Debe existir un terminal para poner a tierra el poste, que sea accesible desde el orificio de inspección.

> *Excepción: Se permite prescindir del orificio de inspección y el terminal de tierra requeridos en los anteriores b).1) y b).2), cuando los conductores de suministro continúen sin empalmes ni conexiones hasta un aparato montado en un poste metálico de 2,40 m de altura o menos sobre el piso y cuando el interior del poste la columna y cualquier empalme sean accesibles desmontando el artefacto.*

3) Las canalizaciones metálicas o los conductores de puesta a tierra de los equipos se deben conectar equipotencialmente al poste mediante un conductor de puesta a tierra de equipos de los descritos en el Artículo 250-91.b) y de dimensiones según el Artículo 250-95.

4) Los conductores instalados en postes verticales metálicos utilizados como canalizaciones se deben soportar según se establece en el Artículo 300-19.

410-16. Medios de soporte

a) Cajas de salida.- Cuando la caja de salida o accesorio ofrezca un medio de soporte adecuado, se puede sujetar a ellos el aparato de alumbrado o soportarse según exige el Artículo 370-23 para cajas. Un aparato de alumbrado que pese más de 22,7 kg se debe apoyar independientemente de la caja de salida.

b) Inspección.- Los aparatos se deben instalar de manera que las conexiones entre los conductores del aparato y los del circuito se puedan inspeccionar sin tener que desconectar ninguna parte del alambrado.

Excepción: Los aparatos conectados con clavija y tomacorriente.

c) Techos suspendidos (cielos rasos).- Se permite utilizar los miembros del armazón de los techos suspendidos como soporte, si esos miembros están adecuadamente soportables y bien sujetos entre sí y a la estructura del edificio, para soportar aparatos de alumbrado. Los aparatos así apoyados se deben sujetar al armazón por medios mecánicos como pernos, tornillo o remaches. También se permite usar abrazaderas identificadas para su uso con el tipo de miembros armazón del techo y de aparatos.

d) Accesorios de sujeción.- Los accesorios de sujeción de los aparatos que no formen parte de las cajas de salida, tirantes, trípodes y patas de gallo, deben ser de acero, hiero maleable u otro material adecuado para esa aplicación.

e) Juntas aislantes.- Las juntas aislantes que no estén diseñadas para montarlas con tornillos o pernos, deben llevar una carcasa exterior metálica aislada de las dos conexiones a dichos tornillos.

f) Accesorios de las canalizaciones.- Los accesorios de las canalizaciones que se utilicen como soportes de aparatos de alumbrado, deben ser capaces de soportar el peso de todo el aparato con su(s) bombilla(s).

g) Canalizaciones de barras.- Se permite conectar aparatos de alumbrado a canalizaciones de barras, como se establece en el Artículo 364-12.

h) Arboles.- Se permite que los aparatos de alumbrado de exteriores y sus accesorios estén apoyados en los árboles.

NOTAS:

1) Respecto a las limitaciones para apoyar conductores aéreos, véase el Artículo 225-26.
2) Respecto a la protección de los conductores, véase el Artículo 300-5.d).

E. Puesta a tierra

410-17. Generalidades.- Los aparatos y equipos de alumbrado se deben poner a tierra de acuerdo con lo que establece la parte E de esta Sección.

410-18. Partes expuestas del aparato

a) Con partes conductivas expuestas.- Se deben poner a tierra las partes conductivas expuestas de los aparatos y equipos de alumbrado directamente sujetos o alambrados a salidas alimentadas por un método de alambrado que proporcione una puesta a tierra de equipos.

b) Hechos de material aislante.- Los aparatos de alumbrado directamente sujetos o alambrados a salidas por un método de alambrado que no ofrezca un medio sencillo de puesta a tierra, deben estar hechos de material aislante y no presentar partes conductivas expuestas.

410-19. Equipos para más de 150 V tierra

a) Aparatos metálicos, transformadores y encerramientos de transformadores.- Se deben poner a tierra los aparatos metálicos, los transformadores y encerramientos de transformadores de los circuitos que funcionen a más de 150 V a tierra.

b) Otras partes metálicas expuestas.- Se deben poner a tierra otras partes metálicas expuestas o aislarse de tierra o de otras superficies conductoras e inaccesibles a personal no calificado

> *Excepción: No es necesario poner a tierra los alambres de sujeción, tornillos de montaje, ganchos de presión y bandas decorativas de las lámparas de cristal que estén separados a una distancia no menor a 38 mm de los terminales de las lámparas.*

410-20. Sujeción del conductor de puesta a tierra de equipos.- Los aparatos de alumbrado con partes metálicas expuestas deben estar dotados de un medio de conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos para esos aparatos.

410-21. Métodos de puesta a tierra.- Se considerará que los aparatos y equipos de alumbrado están puestos a tierra cuando estén mecánicamente conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como lo especifica el Artículo 250-91.b), dimensionado de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250-95.

F. Alambrado de aparatos

410-22. Generalidades.- El alambrado sobre o dentro de los aparatos de alumbrado debe ser ordenado y no estar expuesto a daños físicos. Se debe evitar el alambrado excesivo. Los conductores deben estar expuestos de manera que no estén sujetos a temperaturas superiores a su temperatura nominal de funcionamiento.

410-23. Polarización de los aparatos.- Los aparatos de alumbrado deben estar instalados de manera que los casquillo roscados de los portabombillas estén conectados al mismo conductor del circuito o terminal del aparato. Cuando esté conectado al casquillo de un portabombilla, el conductor de puesta a tierra se debe conectar a la parte roscada del casquillo.

410-24. Conductores

a) Aislamiento.- Los aparatos de alumbrado deben llevar conductores con un aislamiento adecuado para la corriente, tensión, temperatura y condiciones ambientales a las que vayan a estar expuestos.

b) Sección transversal de los conductores.- Los conductores para aparatos de alumbrado no deben tener una sección transversal menor a 0,82 mm^2 (18 AWG).

NOTAS:

1) Para la capacidad de corriente de los alambrados de aparatos, véase el Artículo 402-5.
2) Para los límites de voltaje y temperatura máxima de funcionamiento de alambres de aparatos, véase el Artículo 402-3.

410-25. Conductores para determinadas condiciones

a) Portabombillas con casquillo de tipo Mogul.- Los aparatos de alumbrado dotados con portabombillas de casquillo roscado de tipo Mogul y cuyo voltaje no supere los 300 V entre conductores, deben instalarse con alambres de aparatos de tipos: AF, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, PF, PGF, PFF, PGFF, PTF, PTFF, PAF, PAFF, XF, XFF, ZF o ZFF.

b) Portabombillas con casquillo roscado de otro tipo.- Los aparatos de alumbrado dotados con portabombillas de casquillo roscado de cualquier otro tipo diferente al Mogul y cuyo voltaje no supere los 300 V entre conductores, deben instalarse con alambres de aparatos de tipos AF, SF-1, SF-2, PF, PGF, PFF, PGFF, PTF, PTFF, PAF, PAFF, XF, XFF, ZF o ZFF o con cordones flexibles de tipo AFC o AFPD.

Excepciones:

1) *Se permite utilizar alambres de aparatos de tipos TFN y TFFN cuando la temperatura no supere los 90 °C.*
2) *Se permite utilizar cables con cubierta de goma de tipo RH y RHW y alambres de aparatos de tipos RFH-1, RFH-2, y FFH-2 cuando la temperatura sea mayor de 60 °C pero no mayor de 75 °C.*
3) *Cuando la temperatura no sea mayor de 60 °C, se permite utilizar alambre con recubrimiento termoplástico de tipo TW y alambres de aparatos de tipos TF y TFF, incluidos los aparatos de alumbrado de tipo decorativo en los que se utilicen bombillas de no más de 60 W y junto con bombillas de tipo vela.*

NOTA.- Para los alambres y conductores de aparatos, véase el Artículo 402-3 y la Tabla 402-3. Para los cordones flexibles, véase la Tabla 400-5.a).

410-27. Conductores colgantes para bombillas incandescentes

a) Soporte.- Los portabombillas colgantes con terminales sujetos permanentemente, cuando se utilicen para aplicaciones distintas de las guirnaldas, deben ir colgados de conductores independientes trenzados recubiertos de goma que vayan soldados directamente a los conductores del circuito, pero soportados independientemente de estos.

b) Sección transversal.- Estos conductores colgantes no deben ser de sección transversal menor a 2,08 mm^2 (14 AWG) cuando vayan conectados a portabombillas con casquillo roscado medio o de tipo Mogul; ni menores a 0,82 mm^2 (18 AWG) para portabombillas con casquillo de tipo intermedio o tipo candelabro.

Excepción: Se permite que los conductores certificados para árboles de Navidad y aparatos de alumbrado para decoración, sean de sección transversal menor a 0,82 mm^2 (18 AWG).

c) Entorchados o cableados.- Los conductores colgantes de más de 0,90 m de largo, si no están instalados en un conjunto certificado, se deben entorchar.

410-28. Protección de los conductores y los aislamientos

a) Bien sujetos.- Los conductores deben estar sujetos de modo que no se produzcan cortaduras ni abrasión del aislamiento.

b) Protección al pasar por metales.- Cuando los conductores pasen a través de metales, se debe proteger su aislamiento contra la abrasión.

c) Brazos de los aparatos.- En los brazos o mangos de los aparatos de alumbrado no debe haber empalmes o conexiones.

d) Empalmes y conexiones.- Dentro de un aparato de alumbrado no se debe hacer empalmes o derivaciones innecesarias.

NOTA.- Para los métodos aprobados de hacer conexiones, véase el Artículo 110-14.

e) Trenzado.- Para el alambrado de cadenas de artefactos y otras partes móviles o flexibles, se deben utilizar conductores trenzados.

f) Tensión mecánica.- Los conductores se deben instalar de modo que el peso del aparato de alumbrado o sus partes móviles no los someta a tensión mecánica.

410-29. Vitrinas conectadas mediante cordón.- Se permite conectar las vitrinas individuales, que no sean fijas, mediante un cordón flexible a tomacorrientes instalados permanentemente. Se permite conectar juntas las vitrinas en grupos de no más de seis, mediante cordón flexible y conectores separables de seguridad, estando unas de las vitrinas del grupo conectada mediante cordón flexible a un tomacorriente permanentemente instalado.

Esta instalación debe cumplir las siguientes condiciones a) hasta e):

a) Requisitos del cordón.- El cordón flexible debe ser del tipo “uso pesado”, con conductores de sección transversal no menor a la de los conductores de circuito de ramal y capacidad de corriente como mínimo igual a la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de ramal y que tenga conductor de puesta a tierra de equipos.

NOTA.- Para la sección transversal del conductor de puesta a tierra de equipos, véase la Tabla 250-95.

b) Tomacorrientes, conectores y clavijas.- Los tomacorrientes, los conectores y las clavijas deben ser de un tipo certificado con puesta a tierra y de 15 ó 20 A nominales.

c) Soportes.- Los cordones flexibles se deben sujetar a la parte inferior de las vitrinas, de modo que: 1) el alambrado no esté expuesto a daños físicos; 2) permitan una separación entre vitrinas no superior a 50 mm y una separación no superior a 0,30 m entre la primera vitrina y el tomacorriente de suministro, y 3) el terminal libre al final del grupo de vitrinas lleve un accesorio hembra que no sobresalga de la vitrina.

d) Sin otros equipos.- A las vitrinas no se deben conectar eléctricamente otros tipos de equipos.

e) Circuito(s) secundario(s).- Cuando las vitrinas se conecten con un cordón, el(los) circuito(s) secundario(s) de cada balasto para bombillas de descarga debe(n) limitarse sólo para una vitrina.

410-30. Portabombillas y aparatos de alumbrado conectados mediante cordón

a) Portabombillas.- Cuando se conecte un portabombillas metálico a un cordón flexible, la entrada debe estar equipada con un pasacables aislante que, si es a rosca, debe tener un tamaño menor que el de un tubo de 9,5 mm nominales (3/8 pulgadas). El orificio debe ser de una sección transversal adecuada para el cordón y eliminarse todas las rebabas y elementos cortantes que pudiera tener, de modo que la superficie por la que pase el cable quede lisa.

Se permite utilizar pasacables de 7,14 mm de diámetro (9/32 pulgadas) para cordones colgantes planos y de 10,3 mm de diámetro (13/32 pulgadas) para cordones reforzados.

b) Aparatos para alumbrado ajustables.- No es necesario que los aparatos de alumbrado que haya que ajustar o manipular después de su instalación vayan equipados con una clavija o conector, siempre que el cordón que quede expuesto sea de uso pesado o extrapesado y no más largo de lo necesario para hacer el ajuste máximo. El cordón no debe estar expuesto a esfuerzos o daños físicos.

c) Artefactos eléctricos de descarga

1) Se permite que un aparato o conjunto de aparatos certificados, estén conectados por cordón si están ubicados directamente bajo la caja de salida o bajo canalizaciones de barras y el cordón visible de modo continuo en toda su longitud fuera del aparato y no está expuesto a esfuerzos ni a daños físicos. Dichos aparatos equipados con cordón deben terminar en el extremo exterior del cordón con un conector (clavija) con polo a tierra o clavija para canalización de barras.

Excepción: No es necesario que un aparato o conjunto de aparatos certificados que lleven cordón y una bandeja, termine en el extremo del cable en una clavija o conector para canalización de barras.

2) Se permite conectar los aparatos de alumbrado de descarga dotados de portabombillas con casquillo roscado de tipo Mogul, a circuitos ramales de 50 A o menos mediante cordones que cumplan lo establecido en el Artículo 240-4. Se permite que los tomacorrientes y las clavijas sean de una capacidad de corriente menor a la del circuito ramal, pero no menor al 125 % de la corriente del aparato a plena carga.

3) Se permite que los aparatos de alumbrado de descarga equipados con una entrada superficial con pestaña, se alimenten mediante cordones colgantes equipados con conectores. Se permite que las entradas y los conectores sean de menor capacidad de corriente que la del circuito ramal, pero no menor al 125 % de la corriente del aparato a plena carga.

410-31. Aparatos como canalizaciones.- Los aparatos de alumbrado no se deben usar como canalizaciones de los conductores de circuito.

Excepciones:

1) *Los aparatos certificados para usarlos como canalizaciones.*
2) *Se permite que los aparatos diseñados para ensamblaje de un extremo a otro de forma que constituyan una canalización continua o los aparatos conectados mediante métodos de alambrado reconocidos, se utilicen para el paso de conductores de circuitos ramales bifilares o multiconductores que alimenten a dichos aparatos.*
3) *Se permite pasar a través de los aparatos un circuito adicional bifilar que alimente a uno o más de los aparatos conectados como se describe en la Excepción n°2.*

NOTA.- Para la definición de Circuito ramal multiconductor, véase la Sección 100.

Los conductores del circuito ramal que estén ubicados a menos de 76 mm del balasto de un apartado de descarga, deben tener una temperatura nominal de aislamiento no menor a 90 ℃, como los conductores de tipo RHH, THW, THHN, THHW, FEP, FEPB, SA y XHHW.

G. Construcción de los aparatos de alumbrado

410-34. Pantallas y encerramientos combustibles.- Entre las bombillas y las pantallas y otros encerramientos de material combustible, debe quedar un espacio de aire adecuado.

410-35. Valores nominales de los aparatos

a) Rotulado.- Todos los aparatos de alumbrado que funcionen con balastos o transformadores deben estar claramente rotulados con sus parámetros eléctricos nominales y el nombre del fabricante, marca comercial u otro medio adecuado de identificación. Un aparato que requiera alambre de suministro para una temperatura nominal superior a 90 ℃, debe estar así rotulado, con letras de 6,4 mm de alto, ubicadas en lugar prominente tanto en el aparato como en su embalaje o equivalente.

b) Valores eléctricos nominales.- Los valores eléctricos nominales deben incluir la tensión y la frecuencia así como la capacidad de corriente nominal de la unidad, incluido el balasto, transformador o autotransformador.

410-36. Diseño y materiales.- Los aparatos de alumbrado deben estar construidos de metal, madera u otro material adecuado para la aplicación y deben estar diseñados y montados de modo que aseguren la resistencia y la rigidez mecánica necesarias. Los compartimientos para el alambrado, incluidas las entradas, deben ser tales que se puedan meter y sacar los conductores sin que se produzcan daños físicos.

410-37. Aparatos no metálicos.- En todos los aparatos de alumbrado no construidos completamente de metal o material no combustibles, los compartimientos de los cables deben estar revestidos de metal.

Excepción: Cuando se utilicen cables blindados o recubiertos de plomo con accesorios adecuados.

410-38. Resistencia mecánica.- Los tubos utilizados como brazos y ejes que lleven rosca, no deben tener un espesor menor a 1 mm y si están dotados de roscas grabadas, ni menor a 0,64 mm cuando las roscas son prensadas. Los brazos y otras partes deben estar bien sujetos para que no giren.

b) Tapas ornamentales metálicas.- Las tapas ornamentales metálicas que soportan portabombillas, pantallas, etc. de más de 3,6 kg o que incorporan tomacorrientes para clavijas, deben tener un espesor no menor a 0,5 mm. Las demás tapas ornamentales, si son de acero deben tener un espesor no menor a 0,4 mm y si son de otros metales no menor a 0,5 mm.

c) Interruptores en las tapas ornamentales.- No se deben instalar interruptores de tipo tirados (de cadena) en los bordes de las tapas ornamentales metálicas de un espesor menor a 0,7 mm, excepto si los bordes están reforzados por un doblez que forme una pestaña o equivalente. Si se montan interruptores de tipo tirador (cadena) en los bordes u otro lugar de la lámina metálica de las tapas ornamentales, no deben estar ubicados a más de 90 mm del centro de la tapa ornamental. Cuando en la tapa ornamental se instale un interruptor de tipo tirador (cadena) o un tomacorriente colgante, estos se deben sujetar por doble tornillo pasante, dobles anillo de fijación, un anillo roscado u otro método equivalente.

Las medidas anteriores se refieren a tapas ornamentales ya acabadas (formadas).

410-39. Espacio para los cables.- Los cuerpos de aparatos de alumbrado, incluidas las bombillas portátiles, deben tener un espacio amplio para empalmes y conexiones y para la instalación de dispositivos, si los hay. Los compartimientos de los empalmes deben ser de material no absorbente y no combustible.

410-42. Bombillas portátiles

a) Generalidades.- Las bombillas portátiles se deben instalar con cordones flexibles como los reconocidos en el Artículo 400-4 y con una clavija con polaridad o con polo a tierra. Cuando se utilicen los portabombillas de casquillo roscado tipo Edison, el conductor puesto a tierra se debe identificar, conectar a la carcasa del casquillo y al terminal identificado de la clavija.

b) Bombillas portátiles de mano.- Además de lo establecido en el Artículo 410-42.a), las bombillas portátiles de mano deben cumplir las siguientes condiciones: 1) no se deben usar portalámparas de casquillo metálico recubierto de papel; 2) deben estar equipadas con un empuñadura de un compuesto moldeado o de otro material aislante; 3) deben estar equipadas con un protector adecuado, sujeto al portabombillas o a la empuñadura; 4) si el protector fuera metálico, se debe poner a tierra a través de un conductor de puesta a tierra de equipos que discurra junto con los conductores del circuito por el cordón de alimentación.

410-44. Pasacables para cordones.- Cuando un cordón flexible entre por la base o el fuste de una bombilla portátil, se debe instalar un pasacables o equivalente. El pasacables debe ser de material aislante, a no ser que se utilice un cordón forrado.

410-45. Ensayos.- Todo el alambrado debe estar libre de cortocircuitos y contactos a tierra. Antes de conectar el circuito, se debe comprobar si se cumplen estos requisitos.

410-46. Partes energizadas.- Las partes energizadas expuestas en los aparatos de alumbrado de porcelana, deben estar debidamente ocultas y ubicadas de modo que no sea probable que los alambres entren en contacto con ellas. Entre las partes energizadas y el plano de montaje del aparato debe quedar un espacio de 13 mm como mínimo.

H. Instalación de los portabombillas

410-47. Portabombillas de casquillo roscado.- Los portabombillas de casquillo roscado se deben utilizar exclusivamente como portabombillas. Cuando estén alimentados por un circuito que tenga un conductor puesto a tierra, este conductor se debe conectar al casquillo roscado.

410-48. Portabombillas con interruptor de dos polos.- Cuando estén alimentados por los conductores sin poner a tierra (activos) de un circuito, los interruptores de los portabombillas deben desconectar simultáneamente los dos conductores del circuito.

410-49. Portabombillas en lugares húmedos o mojados.- Los portabombillas instalados en lugares húmedos o mojados deben ser del tipo a prueba de intemperie.

J. Construcción de los Portabombillas

410-50. Aislamiento.- La carcasa metálica exterior y la tapa de las portabombillas deben estar recubiertas de material aislante que evite que esas piezas lleguen a formar parte del circuito. La cubierta no debe sobresalir más de 3,2 mm de la parte metálica, pero debe evitar que cualquier parte portadora de corriente de la base de la bombilla quede expuesta cuando la bombilla esté instalada en el dispositivo de portabombillas.

410-51. Alambre terminales.- Los alambres terminales suministrados como parte de portabombillas a prueba de intemperie y que estén destinados para quedar expuestos después de la instalación, deben llevar conductores trenzados, recubiertos de goma y aprobados de sección transversal no menor a 2,08 mm^2 (14 AWG) y deben sellarse durante la instalación o hacerlos herméticos a la lluvia por cualquier otro medio.

> *Excepción: Se permite utilizar conductores con sección transversal de 0,82 mm^2 (18 AWG) recubiertos de goma para las bases de candelabros.*

410-52. Portabombillas con interruptores.- Los portabombillas con interruptores deben estar construidos de manera que el mecanismo interruptor corte la conexión eléctrica con el contacto central. El mecanismo interruptor debe permitir además interrumpir la conexión eléctrica al casquillo si se interrumpe simultáneamente al contacto central.

K. Bombillas y equipos auxiliares

410-53. Casquillos de las bombillas incandescentes.- Las bombillas incandescentes de uso general en circuitos ramales de alumbrado, no deben ir equipadas con un casquillo normal si son de más de 300 W ni con un casquillo de tipo Mogul si son más de 1 500 W. Para bombillas de más de 1 500 W se deben utilizar casquillos especiales u otros dispositivos.

410-54. Equipos auxiliares de las bombillas de descarga

a) Encerramientos.- Los equipos auxiliares para las bombillas de descarga deben ir encerrados en cajas no combustibles y se deben considerar como fuentes de calor.

b) Interruptores.- Cuando estén alimentados por conductores sin poner a tierra un circuito, el interruptor de los equipos auxiliares de las bombillas de descarga debe desconectarse simultáneamente todos los conductores.

L. Tomacorrientes, conectores de cordón y clavijas de conexión

a) Tomacorrientes.- Los tomacorrientes instalados para conectar cordones de artefactos portátiles, deben tener una capacidad nominal no menor a 15 A y 125 V ó 15 A y 250 V y deben ser de un tipo que no permita utilizarlos como portabombillas.

Excepción: Se permite el uso de tomacorrientes a 10 A y 250 V en edificios no residenciales para la conexión de equipos que no sean bombillas de mano portátiles, herramientas portátiles y cordones de extensión.

b) Tomacorrientes de tipo CO/ALR.- Los tomacorrientes de un máximo de 20 A nominales y conectados directamente a conductores de aluminio, deben llevar el rótulo CO/ALR.

c) Tomacorrientes con puesta a tierra aislada.- Los tomacorrientes previstos para la reducción del ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas), como permite el Artículo 250-74 Excepción n° 4, se deben identificar mediante un triángulo na ranja ubicado en su cara frontal. Los tomacorrientes con este rótulo se deben utilizar sólo con conductores de puesta a tierra aislados, de acuerdo con el Artículo 250-74 Excepción n°4. Los tomacorrientes con puesta a tierra aislada, instalados en cajas no metálicas, deben ir cubiertos por una tapa frontal no metálica.

d) Tapas frontales.- Las tapas frontales metálicas deben ser de metal ferroso y tener un espesor no menor a 0,76 mm o de metal no ferroso y espesor no menor a 1 mm. Las tapas frontales metálicas se deben poner a tierra. Las de material aislante deben ser no combustibles y tener un espesor no menor a 2,5 mm, perro se permite que sean de menos de 2,5 mm de espesor si están estampadas o reforzadas, de modo que ofrezcan una resistencia mecánica adecuada.

e) Posición de las caras de los tomacorrientes.- Después de instalarlos, las caras de los tomacorrientes deben quedar a nivel con las tapas frontales de material aislante o sobresalir de ellas, y sobresalir de las tapas frontales metálicas un mínimo de 0,38 mm. Las tapas frontales se deben instalar de modo que cubran completamente la abertura y asienten perfectamente sobre la superficie en la que vayan montadas. Los tomacorrientes montados en cajas empotradas en la pared, como permite el Artículo 370-20, se deben instalar de modo que la culata o banda de montaje quede rígidamente sujeta contra la superficie de la pared. Los tomacorrientes montados en cajas que queden a nivel con la superficie de la pared o sobresalgan de la misma, deben instalarse de modo que la culata o banda de montaje quede sujeta contra la caja o contra la tapa que sobresalga de la caja.

f) Clavijas.- Todas las clavijas y conectores de 15 a 20 A deben estar construidos de modo que no queden expuestas partes portadoras de corriente que no sean los terminales cilíndricos o planos de la clavija. La cubierta para las terminaciones de los alambres deben ser una parte esencial para el funcionamiento de una clavija o conector (construcción de frente muerto).

g) Mecanismo de eyección de las clavijas.- Los mecanismos de eyección de las clavijas no deben afectar negativamente a la conexión de los terminales de la clavija con los contactos del tomacorriente.

h) No intercambiables.- Los tomacorrientes, conectores y clavijas de conexión deben estar construidos de modo que el tomacorriente o el conector de cordón no admita una clavija con distinta tensión o corriente nominal para las que esta destinado el dispositivo. Los tomacorrientes y conectores del tipo sin polo a tierra no deben permitir la conexión de clavijas con polo a tierra.

Excepción: Se permite que a un tomacorriente o conector de cordón en T de 20 A se pueda conectar una clavija de 15 A y al mismo voltaje nominales.

i) Tomacorrientes en cubiertas que sobresalgan.- Los tomacorrientes instalados en cubiertas que sobresalgan no se deben sujetar únicamente con un tornillo.

Excepción: Los dispositivos conjuntos o tapas de cajas certificadas e identificados para ese uso.

410-57. Tomacorrientes en lugares húmedos o mojados

a) Lugares húmedos.- Un tomacorriente instalado al exterior en un lugar protegido de la intemperie o en otros lugares húmedos, deben ir en un encerramiento que sea a prueba de intemperie cuando el tomacorriente esté cubierto (sin meter la clavija y con su tapa cerrada).

Una instalación adecuada para lugares mojados se debe considerar también apta para lugares húmedos.

Se debe considerar que un tomacorriente está en un lugar protegido de la intemperie, cuando esté ubicado bajo porches abiertos, doseles, marquesinas, cornisas y similares y no está expuesto a la lluvia batiente o a la entrada de agua.

b) Lugares mojados.- Un tomacorriente instalado en un lugar mojado debe estar en un encerramiento a prueba de intemperie cuya integridad no se vea afectada cuando la clavija esté insertada.

> *Excepción: Se permite que haya encerramientos que no sean a prueba de intemperie, cuando la clavija esté insertada, en el caso de tomacorrientes instalados en lugares mojados para usas con herramientas eléctricas y otros equipos portátiles que se conectan normalmente para utilizarlos sólo cuando están atendidos.*

c) En bañeras y duchas.- No se deben instalar tomacorrientes en los espacios próximos a las bañeras y duchas.

d) Protección de tomacorrientes en el piso.- Las cajas de tomacorrientes en el piso deben permitir limpiar el piso con los equipos adecuados sin que se dañen los tomacorrientes.

e) Montaje a nivel con tapa frontal.- El encerramiento para tomacorrientes instaladas en una caja de salida montada a nivel con la superficie de la pared, se debe hacer a prueba de intemperie por medio de una tapa frontal a prueba de intemperie que constituya una junta hermética al agua entre la tapa y la superficie de la pared.

f) Instalación.- Una salida de tomacorriente instalada al exterior debe estar ubicada de modo que no sea probable que la acumulación del agua toque la tapa o cubierta de la salida.

410-58. Tomacorrientes, adaptadores, conectores y clavijas del tipo con polo a tierra

a) Polos de puesta a tierra.- Los tomacorrientes, conectores y clavijas con polo a tierra, deben llevar un polo de tierra fijo, además de los polos normales del circuito.

b) Identificación del polo a tierra.- Los tomacorrientes, adaptadores, conectores y clavijas con polo a tierra deben disponer de un medio para conectar al polo de tierra un conductor de puesta a tierra. El terminal para conexión para el polo de tierra debe designarse por alguno de los siguiente métodos:

1) Mediante un tornillo terminal de color verde, de unas características tales que garanticen que durante su instalación no se presenten daños, como rotura del tornillo o deterioro de las hendiduras, de las cabezas o de la rosca que perjudiquen la operación posterior de los terminales.
2) Un conector a presión para alambre, de color verde.
3) En el caso de los adaptadores, un conector similar de color verde. El terminal de puesta a tierra del adaptador debe ser una lengüeta rígida, terminal de ojo de color verde o un dispositivo similar. La conexión de puesta a tierra debe estar diseñada de modo que no pueda hacer contacto con otras partes portadoras de corriente del tomacorriente, adaptador o clavija. El adaptador debe tener polaridad.
4) Si no es visible el terminal del conductor de puesta a tierra de los equipos, hay que rotular el orificio por donde entre el conductor con la palabra “verde” (“green”), “tierra” (“ground”) o las letras correspondientes, o el símbolo de puesta a tierra mostrado en la

Figura 410-58.b).4), o de algún otro modo para que el color verde quede bien visible. Si el terminal para el conductor de puesta a tierra de los equipos se puede desmontar fácilmente, hay que rotular del mismo modo la zona adyacente.

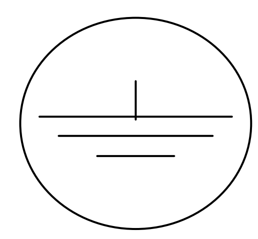


FIGURA 410-58.b).4). Símbolo de puesta a tierra

c) Uso del terminal de puesta a tierra.- Un terminal de puesta a tierra o un dispositivo del tipo con polo a tierra no se debe utilizar para otros fines.

d) Requisitos para los polos a tierra.- Las clavijas, conectores de cordón y tomacorrientes del tipo con polo a tierra, deben estar diseñados de modo que la conexión con la puesta a tierra se haga antes que el resto de las conexiones. Los dispositivos del tipo con polo a tierra deben estar diseñados de modo que los polos de puesta a tierra de las clavijas no puedan entrar en contacto con las partes portadoras de corriente energizadas de los tomacorrientes o de los conectores de cordón.

e) Uso.- Las clavijas del tipo con polo a tierra se deben utilizar con cordones que tengan conductor de puesta a tierra de equipos.

M. Disposiciones especiales para los aparatos montados a nivel de la superficie o empotrados

410-64. Generalidades.- Los aparatos en cavidades empotradas en techos o paredes, deben cumplir con lo establecido en los Artículos 410-65 a 410-72.

410-65. Temperatura

a) Materiales combustibles.- Los aparatos se deben instalar de modo que los materiales combustibles adyacentes a los mismos no estén expuestos a temperaturas superiores a 90 °C.

b) Construcción resistente al fuego.- Cuando un aparto se empotre en un material resistente al fuego en una edificación o en una construcción resistente al fuego, se debe considerar que una temperatura superior a 90 °C, pero no superior a 15 0 °C, es aceptable si el aparato está claramente rotulado como certificado para esa aplicación.

c) Aparatos incandescentes empotrados.- Los aparatos incandescentes deben tener protección térmica y estar identificados como protegidos térmicamente.

<u>*Excepciones:*</u>

1) *Los aparatos incandescentes identificados para ese uso e instalados en concreto vertido.*
2) *Los aparatos incandescentes empotrados listados que, por su diseño y construcción, ofrezcan un comportamiento equivalente al de aparatos térmicamente protegidos y estén así identificados.*

410-66. Separación e instalación

a) Separación.- Las partes empotradas de los encerramientos para aparatos de alumbrado que no estén en los puntos de soporte, deben tener una separación mínima de 13 mm de los materiales combustibles.

> *Excepción: Los aparatos de alumbrado empotrados identificados como adecuados para que su material aislante esté en contacto directo con el aparato.*

b) Instalación.- No se debe instalar el aislante térmico a menos de 76 mm del encerramiento del aparato empotrado, del comportamiento del alambrado o del balasto y no se debe instalar encima del aparato de alumbrado de modo que atrape el calor y evite la circulación de aire.

> *Excepción: Los aparatos de alumbrado empotrados identificados como adecuados para que su material aislante esté en contacto directo con el aparato.*

410-67. Alambrado

a) Generalidades.- Se deben utilizar conductores con un aislamiento adecuado para las temperaturas que se vayan a producir.

b) Conductores de circuitos.- Se permite que terminen dentro del aparato de alumbrado los conductores del circuito ramal que tengan un aislamiento adecuado para las temperaturas que se vayan a producir.

c) Conductores de conexiones.- Se permite que los conductores de derivaciones de un tipo adecuado para las temperaturas que se vayan a producir, pasen desde la conexión terminal del aparato hasta una caja de salida ubicada como mínimo a 30 cm del aparato. Dichos conductores de derivación deben ir en una canalización adecuada o se un cable del tipo AC o MC de al menos 1,20 m de longitud y máximo 1,80 m.

N. Construcción de aparatos montados a nivel de la superficie o empotrados

410-68. Temperatura.- Los aparatos deben estar construidos de modo que los materiales combustibles adyacentes no estén expuestos a temperaturas superiores a 90 ºC.

410-69. Cubierta.- Las cubiertas metálicas de los aparatos de alumbrado montados a nivel o empotrados deben estar protegidas contra la corrosión y ser de un espesor no menor a 0,759 mm (22 MSG).

> *Excepción: Se permite que la cubierta del comportamiento del alambrado sea de material más delgado, siempre y cuando esté instalada dentro de la cubierta de 0,759 mm (22 MSG) y so sirva de soporte a componentes portadores de corriente de la instalación.*

410-70. Rotulado de la potencia de las bombillas.- Los aparatos de alumbrado para bombillas incandescentes deben ir rotulados con la potencia máxima permisible de las bombillas, en vatios (W). Los rótulos deben estar permanentemente instalados con letras y números de 6,4 mm de altura como mínimo y estar ubicados de modo que sean visibles cuando se cambie de bombilla.

410-71. No se permite soldadura.- No se debe utilizar soldadura en la construcción de cajas de aparatos de alumbrado.

410-72. Portabombillas.- Los portabombillas con casquillo roscado deben ser de porcelana u otro material aislante adecuado. Si se utiliza cemento, debe ser del tipo de alta resistencia térmica.

P. Disposiciones especiales para sistemas de alambrado de descarga a 1 000 V o menos

410-73. Generalidades

a) Voltaje de 1 000 V o menos en circuito abierto.- Los equipos que se utilicen con sistemas eléctricos de descarga y diseñados para tensiones de 1 000 V o menos en circuito abierto, deben ser de un tipo aprobado para ese uso.

b) Considerados como energizados.- Los terminales de las bombillas de descarga se deben considerar energizados cuando haya un terminal de la bombilla conectado a un circuito de más de 300 V.

c) Transformadores del tipo en aceite.- No se debe utilizar transformadores sumergidos en aceite.

d) Requisitos adicionales.- Además de cumplir los requisitos generales para aparatos de alumbrado, los equipos de descarga deben cumplir también con la parte P de esta Sección.

e) Protección térmica.- Cuando los aparatos fluorescentes estén instalados en interiores, los balastos deben llevar protección térmica integral. Los balastos de repuesto para todos los aparatos fluorescentes instalados en interiores deben llevar también protección térmica integral.

Excepciones:

1) *Los aparatos fluorescentes que utilicen bombillas tubulares rectas con balastos de reactancia sencillos*
2) *Los balastos para uso en aparatos indicadores de salidas e identificados para ello.*
3) *Las luces indicadoras de salidas que se enciendan únicamente en caso de emergencia.*

f) Aparatos de descarga de alta intensidad.- Los aparatos de descarga de alta intensidad que se instalen empotrados, deben estar protegidos térmicamente y estar así identificados. Cuando estos aparatos estén operados por un balasto a distancia, tanto si están empotrados como si no lo están, el balasto también debe estar térmicamente protegido.

Excepción: Los aparatos de descarga de alta intensidad empotrados identificados para ese uso e instalados en concreto vertido.

NOTA.- La protección térmica que exige el Artículo 410-73 se puede lograr por medios distintos a protectores térmicos.

410-74. Equipos de corriente continua.- Los aparatos de alumbrado instalados en circuitos de c.c. deben ir dotados de equipos auxiliares y resistencias especialmente diseñadas para funcionar como corriente continua y deben esta así rotulados.

410-75. Equipos con tensión superior a 300 V en circuito abierto.- Los equipos con una tensión en circuito abierto superior a 300 V no se deben instalar en unidades de vivienda, excepto si están diseñados para ello y no presentan partes expuestas energizadas cuando las bombillas se instalen, estén instaladas o se quiten.

410-76. Montajes de los aparatos

a) Con balastos expuestos.- Los aparatos de alumbrado que tengan balastos o transformadores expuestos se deben instalar de manera que dichos balastos o transformadores no estén en contacto con materiales combustibles.

b) Tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad.- Cuando un aparato de alumbrado con balastos se instale en la superficie de un tablero combustible de fibra de celulosa de baja densidad, debe estar certificado para ello o montarse a una distancia no menor a 38 mm de la superficie del tablero. Cuando dichos aparatos de alumbrado vayan empotrados parcial o totalmente, se deben aplicar las disposiciones de los Artículos 410-64 hasta 410-72.

NOTA.- Los tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad pueden ser hojas, paneles y baldosines con una densidad de 320,36 kg/m^3 o menor y están formados por fibras vegetales aglomerados, pero no incluyen los tableros sólidos o laminados de madera ni de fibra de madera con densidad superior a 320,36 kg/m^3, ni los materiales tratados en masa con productos químicos retardantes del fuego hasta el grado en que la velocidad de propagación de la llama en cualquier plano del material sea igual o menor a 25, establecida de acuerdo con los ensayos de combustión de materiales de construcción. Véase la norma Test for Surface Burning Characteristics of Building Materials, ANSI/ASTM E84-1991.

410-77. Equipos no integrados con el aparato

a) Armarios metálicos.- Los equipos auxiliares como reactancias, resistencias, condensadores y similares, cuando no formen parte del conjunto o aparato de alumbrado, deben ir encerrados en armarios metálicos permanentes y accesibles.

b) Montaje separado.- No es necesario que los balastos montados separadamente que estén destinados para conexión directa a un sistema de alambrado vayan en un armario separado.

c) Alambrado de las paredes de aparatos.- Las secciones alambradas de los aparatos de alumbrado van en parejas, con una o varios balastos que alimentan la bombilla o las bombillas instaladas en ambas. Para la interconexión de las partes pareadas se permite utilizar un tubo de metal flexible de 9,5 mm (3/8 de pulgada) y una longitud no superior a 7,6 m, según lo establecido en la Sección 350. Se permite que los alambres de aparatos que funcionan l voltaje de suministro sólo alimentan al balastos de una de las partes pareadas, vayan en la misma canalización que los alambres de alimentación de las bombillas de las partes pareadas.

410-78. Autotransformadores.- Un autotransformador que se utilice para aumenta la tensión a más de 300 V como parte de un balasto para alimentar unidades de alumbrado, se debe alimentar únicamente por un sistema puesto a tierra.

410-79. Interruptores.- Los interruptores de acción rápida deben cumplir lo establecido en el Artículo 380-14.

Q. Disposiciones especiales para sistemas de alumbrado de descarga a más de 1 000 V

410-80. Generalidades

a) Voltaje de más de 1 000 V en circuito abierto.- Los equipos que se utilicen con sistemas de alumbrado de descarga y diseñados para voltajes de más de 1 000 V en circuito abierto, deben ser de un tipo aprobado para ese uso.

b) En unidades de vivienda.- Los equipos con voltaje de más de 1 000 V en circuito abierto no se deben instalar dentro o sobre unidades de vivienda.

c) Partes energizadas.- Los terminales de las bombillas de descarga se deben considerar energizados cuando haya alguno de los terminales de la bombilla conectado a un circuito de más de 300 V.

d) Requisitos adicionales.- Además de cumplir los requisitos generales para aparatos de alumbrado, los equipos de descarga deben cumplir también con la parte Q de esta Sección.

NOTA.- Para los circuitos de rótulos e iluminación de contorno, véase la Sección 600.

410-81. Control

a) Desconexión.- Las instalaciones de aparatos o bombillas de alumbrado deben estar controladas individualmente o en grupos mediante un interruptor o interruptor automático accionable desde el exterior, que abra simultáneamente todos los conductores primarios no puestos a tierra.

b) A la vista o de tipo de bloqueo.- El interruptor o interruptor automático deben estar ubicados a la vista de los aparatos o bombillas, o puede colocarse en otra parte, si esta dotado de los medios para bloquearse en la posición de abierto.

410-82. Terminales de bombillas o portabombillas.- Las partes que haya de quitar las bombillas deben ser fijas o abisagradas. Las bombillas y portabombillas deben estar diseñados de modo que no dejen partes energizadas expuestas al poner o quitar las bombillas.

410-83. Capacidad nominal de los transformadores.- Los transformadores y balastos deben tener una tensión del secundario en circuito abierto no superior a 15 000 V, con una tolerancia en ensayo de 1 000 V. La corriente nominal del secundario no debe ser superior a 120 mA si la tensión de circuito abierto es de más de 7 500 V y no superior a 240 mA si la tensión en circuito abierto es de 7 500 V o menos.

410-84. Tipos de transformadores.- Los transformadores deben estar encerrados y certificados.

410-85. Conexiones del secundario de los transformadores.- El devanado de alta tensión de los transformadores no se debe conectar ni en serie ni el paralelo.

> *Excepción: Se permite que dos transformadores, que tengan cada una un extremo de su devanado de alta tensión puesto a tierra y conectado al encerramiento tengan conectados en serie sus devanados de alta tensión para formar el equivalente a un transformador puesto a tierra en su punto medio. Los extremos puestos a tierra deben estar conectados por conductores aislados de sección transversal no menor a 2,08 mm (14 AWG).*

410-86. Ubicación de los transformadores

a) Accesibles.- Los transformadores deben quedar accesibles después de instalados.

b) Conductores del secundario.- Los transformadores deben instalarse los más cerca posible de las bombillas, para que la longitud de los conductores del secundario sea lo más corta posible.

c) Al lado de materiales combustibles.- Los transformadores deben instalarse de modo que los materiales combustibles que tengan al lado no estén expuestos a temperaturas superiores a 90 ℃.

410-87. Carga de los transformadores.- Las bombillas conectadas a cualquier transformador deben ser de longitud y características tales que no causen una condición de sobrecarga continua del transformador.

410-88. Método de alambrado de los conductores del secundario.- Los conductores del secundario se deben instalar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 600-32.

410-89. Soporte de bombillas.- Las bombillas deben estar adecuadamente apoyadas, como exige el Artículo 600-41.

410-90. Protegidas contra daños.- No se deben instalar las bombillas donde puedan estar expuestas normalmente a daños físicos.

410-91. Rotulado.- Todos los aparatos o circuitos secundarios de tubos de tensión de más de 1 000 V en circuito abierto, deben llevar un rótulo bien legible con letras de tamaño no menor a 6,4 mm de alto, que indique: "Precaución, ... V". El voltaje indicado debe ser la nominal en circuito abierto.

410-92. Interruptores.- Los interruptores de acción rápida deben cumplir lo establecido en el Artículo 380-14.

R. Rieles de alumbrado (lighting truck)

410-100. Definición.- Un riel de alumbrado es un conjunto fabricado, diseñado para soportar y suministrar corriente a aparatos de alumbrado que se pueden desplazar fácilmente a lo largo del riel. Su longitud se puede alterar poniendo o quitando secciones del riel.

410-101. Instalación

a) Rieles.- Los rieles de alumbrado deben estar instalados permanentemente y conectados permanentemente a un circuito ramal. En los rieles sólo se deben instalar accesorios especiales para rieles, que no deben ir equipados con tomacorrientes de uso general.

b) Carga conectada.- La carga conectada a los rieles de alumbrado no debe superar la capacidad nominal del riel. Un riel de alumbrado debe estar alimentado por un circuito ramal de una corriente nominal no superior a la del riel.

c) Lugares no permitidos.- No se deben instalar rieles de alumbrado: 1) donde sea probable que puedan sufrir daños físicos; 2) en lugares húmedos o mojados; 3) donde estén expuestos a vapores corrosivos; 4) en cuartos de almacenamiento de baterías; 5) en lugares peligrosos (clasificados); 6) donde estén ocultos; 7) atravesando paredes o tabiques; 8) a menos e 1,50 m sobre el terminado del piso, excepto cuando están protegidos contra daños físicos o funcionan a un voltaje de menos de 30 V RMS en circuito abierto.

d) Soportes.- Los accesorios identificados para usarlos con rieles de alumbrado deben estar diseñados específicamente para el tipo de riel con el que van a ir instalados. Deben ir bien sujetos al riel, mantener la polaridad y la puesta a tierra y estar diseñados para suspenderlos directamente del riel.

410-102. Carga de riel.- Para los cálculos de cargas, se considera que un riel de alumbrado de 1 m de longitud equivale a 246 VA (610 mm o fracción equivalen a 150 VA). Cuando se instale riel con varios circuitos, los requisitos de carga de esta sección se deben considerar divididos equitativamente entre los circuitos.

> *Excepción: Los rieles instalados en unidades de vivienda o en las habitaciones de huéspedes de hoteles y moteles.*

NOTA.- Esta cifra de 246 VA por metro (150 VA por cada 610 mm) de riel, es únicamente para efectos de cálculo de la carga y no limita la longitud del riel que se vaya a instalar ni el número de aparatos de alumbrado permitidos.

410-103. Riel de alumbrado de servicio pesado.- Un riel de alumbrado de servicio pesado es el identificado para usar a más de 20 A. Cada accesorio sujeto a un riel de alumbrado de servicio pesado debe estar protegido individualmente contra sobrecorriente.

410-104. Sujeciones.- Los rieles de alumbrado deben estar bien sujetos, de modo que cada sujeción sea adecuada para soportar el máximo peso de los aparatos que se puedan instalar. Un tramo de 1,20 m o más corto, debe tener dos soportes, si no está identificado para intervalos mayores; cuando se instalen en un tramo continuo, cada sección individual no superior a 1,20 m debe llevar un soporte adicional.

410-105. Requisitos de construcción

a) Construcción.- La carcasa para los sistemas de rieles de alumbrado debe ser lo suficientemente resistente como para mantener la rigidez. Los conductores deben ir instalados dentro de la carcasa del riel, permitiendo la inserción de los artefactos y diseñados para evitar la manipulación y el contacto accidental con partes energizadas. No se deben intercalar rieles de sistemas con distintas tensiones. Los conductores instalados en los rieles deben tener una

sección transversal de 3,30 mm^2 (12 AWG) en cobre. Los extremos de los rieles deben estar aislados y protegidos con tapas o topes.

> *Excepción: Los accesorios que lleven dispositivo incorporado para reducir la tensión de la red para una bombilla de menor voltaje.*

b) Puesta a tierra.- Los rieles de alumbrado se deben poner a tierra cumpliendo lo establecido en la Sección 250. Las distintas secciones del riel deben estar bien acopladas de modo que mantengan la continuidad, polaridad y puesta a tierra de todo el circuito.

SECCIÓN 411. SISTEMAS DE ALUMBRADO OPERADO A 30 V O MENOS

411-1. Alcance.- Esta Sección trata de los sistemas de alumbrado que funcionan a 30 V o menos y de sus componentes asociados.

411-2. Sistemas de alumbrado operado a 30 V o menos.- Un sistema de alumbrado que funciona a 30 V o menos consiste en una fuente de alimentación aislada (separada), a 30 V (42,4 V pico a pico) o menos en cualquier estado de carga, con uno o más circuitos secundarios de 25 A nominales máximo, para dar un suministro a aparatos de alumbrado y equipos asociados identificados para ese uso.

411-3. Certificado requerido.- Los sistemas de alumbrado de 30 V o menos deben estar certificados para ese uso.

411-4. Lugares no permitidos.- No se debe instalar sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos: 1) ni ocultos ni atravesando paredes, excepto si se utiliza un método de alambrado especificado en el Capítulo 3, 2) a menos de 3,0 m de piscinas, piscinas de hidromasajes, fuentes o lugares similares, excepto lo permitido en la Sección 680.

411-5. Circuitos secundarios

a) Puesta a tierra.- Los circuitos secundarios no se deben poner a tierra.

b) Aislamiento.- El circuito secundario debe estar aislado de otros circuitos ramales por medio de un transformador de aislamiento.

c) Conductores desnudos.- Están permitidos los conductores desnudos y las partes portadoras de corriente expuestas. Los conductores desnudos no deben estar instalados a menos de 2,2 m sobre el acabado del piso, excepto si están específicamente certificados para instalarlos a menor altura.

411-6. Circuitos ramales.- Los sistemas de alumbrado que funciones a 30 V o menos deben estar alimentados por un circuito ramal de máximo 20 A.

411-7. Lugares peligrosos (clasificados).- Además de las disposiciones de esta Sección, cuando estén instalados en lugares peligrosos (clasificados), estos deben cumplir lo establecido en las Secciones 500 a 517.

SECCIÓN 422. ARTEFACTOS ELÉCTRICOS

A. Generalidades

422-1. Alcance.- Esta Sección trata de los artefactos eléctricos (electrodomésticos) utilizados en cualquier tipo de ocupación.

422-2. Partes energizadas.- Los artefactos eléctricos no deben tener normalmente partes energizadas expuestas al contacto.

Excepción: Los tostadores, parrillas y otros artefactos en los que las partes portadoras de corriente a alta temperatura tienen que estar necesariamente expuestas.

422-3. Otras Secciones.- Son de aplicación a los artefactos eléctricos todos los requisitos de este Código, cuando sea el caso. Cuando se usen en lugares peligrosos (clasificados), deben cumplir también lo establecido en las Secciones 500 a 517.

A la instalación de artefactos eléctricos operados a motor se aplican las disposiciones de la Sección 430. La Sección 440 se debe aplicar a la instalación de artefactos que contengas grupo(s) motocompresor(es) con circuito hermético de refrigerante, excepto cuando está especialmente indicado lo contrario en esta Sección.

B. Requisitos para circuitos ramales

422-4. Capacidad nominal para circuitos ramales.- Esta sección especifica los tamaños de los circuitos ramales capaces de dar suministro a los artefactos eléctricos sin sobrecalentarse en las condiciones especificadas. Esta Sección no se aplica a los conductores que forman parte integral de los artefactos.

a) Circuitos individuales.- La capacidad nominal de cada circuito ramal individual no debe ser menor a la capacidad nominal rotulada en el artefacto o la capacidad nominal de un artefacto con cargas combinadas, como se dispone en el Artículo 422-32.

Excepciones:

1) *Para artefactos operados a motor que no lleven rotulada la capacidad, la capacidad nominal del circuito ramal debe estar de acuerdo con la Parte D de la Sección 430.*
2) *Para artefactos eléctricos sin motor y con carga continua, la capacidad nominal del circuito ramal no debe ser menor al 125 % de la rotulada ni menor al 100 % si el dispositivo del circuito ramal y su conjunto está certificado para carga continua al 100 % su capacidad nominal.*
3) *Se permite que los circuitos ramales de artefactos eléctricos domésticos de cocina cumplan lo establecido en la Tabla 220-19.*

b) Circuitos que dan suministro a dos o más cargas.- La capacidad nominal de los circuitos ramales que dan suministro a artefactos y otras cargas se debe determinar de acuerdo con el Artículo 210-23.

422-5. Protección contra sobrecorriente de circuitos ramales.- Los circuitos ramales se deben proteger de acuerdo con lo establecido en el Artículo 240-3.

Si en el artefacto está rotulada la capacidad nominal del dispositivo de protección, la capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito ramal contra sobrecorriente debe ser superior a la rotulada en el artefacto.

C. Instalación de los artefactos eléctricos

422-6. Generalidades.- Todos los artefactos eléctricos deben instalarse de una manera aprobada.

422-7. Equipo de calefacción central.- Los equipos de calefacción central distintos a los equipos de calefacción fija de ambientes deben estar alimentados por un solo circuito ramal.

Excepción: Se permite que los equipos auxiliares directamente asociados con los de calefacción, como las bombas, válvulas, himidificadores o limpiadores electrostáticos de aire, conectados al mismo circuito ramal.

422-8. Cordones flexibles

a) Cordones de calentadores.- Todas las planchas y artefactos eléctricos de calefacción conectados con un cordón y clavija, de más de 50 W nominales y que puedan producir temperaturas superiores a 121 °C sobre las superfic ies que puedan estar en contacto con el cordón, deberán llevar uno de los tipos de cordones aprobados para calentadores listados en la Tabla 400-4.

b) Otros artefactos de calefacción.- Todos los demás artefactos de calefacción eléctricos con cordón y clavija, se deben conectar mediante uno de los tipos de cordones listados en la Tabla 400-4, seleccionado de acuerdo con el uso especificado en esa Tabla.

c) Otros artefactos eléctricos.- Se permite utilizar cordón flexible: 1) para la conexión de artefactos que se cambien frecuentemente o para evitar la transmisión de ruidos y vibraciones, o 2) para facilitar el cambio o desconexión de artefactos fijos, cuando sus medios de sujeción y sus conexiones mecánicas estén específicamente diseñados para permitir su desmontaje fácil para mantenimiento o reparación y el artefacto esté diseñado o identificado para conectarlo mediante cordón flexible.

d) Artefactos específicos

1) Se permite que los trituradores domésticos de basura accionados eléctricamente estén conectados mediante cordón flexible y clavija identificados para ese uso, terminado en una clavija con polo a tierra siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

a. La longitud del cable no debe ser menor de 0,45 m ni mayor de 0,90 m.
b. Los tomacorrientes deben estar ubicados de modo que eviten daños físicos al cordón flexible.
c. El tomacorriente debe ser accesible.

2) Se permite que los lavavajillas y los compactadores domésticos de basura accionados eléctricamente estén conectados mediante cordón flexible y clavija identificados para ese uso, terminando en una clavija con polo a tierra, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. La longitud del cable no debe ser menor de 0,90 m ni mayor de 1,2 m.
b. Los tomacorrientes deben estar instalados de modo que eviten daños físicos al cordón flexible.
c. El tomacorriente debe estar ubicado en el espacio ocupado por el artefacto o al lado del mismo.
d. El tomacorriente debe ser accesible.

Excepción: No es necesario que los trituradores y compactadores domésticos de basura y los lavavajillas, que estén protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente, estén puestos a tierra. Si se utiliza dicho sistema, los equipos deben estar claramente rotulados.

3) Las máquinas de lavado por rociado a alta presión, conectadas mediante cordón y clavija, deben estar dotadas de fábrica con un interruptor de circuito contra falla a tierra para protección personal. El interruptor de circuito contra falla a tierra debe formar parte integral de la clavija de conexión o estar ubicado en el cordón de suministro, a menos de 0,30 m de la clavija.

Excepciones:

1) Las máquinas trifásicas de lavado por rociado a alta presión.
2) Las máquinas de lavado por rociado a alta presión, de más de 250 V.

422-9. Calentadores por inmersión conectados mediante cordón y clavija.- Los calentadores eléctricos por inmersión conectados mediante cordón y clavija deben estar fabricados e instalados de manera que las partes energizadas queden aisladas eficazmente de contactos eléctrico con la sustancia en la que se sumergen.

422-10. Protección de materiales combustibles.- Todos los artefactos calentados eléctricamente que por su tamaño, peso o servicio estén destinados a funcionar como fijos, deben estar ubicados de modo que ofrezca una amplia protección entre el artefacto y los materiales combustibles que lo rodeen.

422-11. Protección de artefactos eléctricos conectados mediante cordón y clavija.- Todas las planchas y demás artefactos eléctricos de calefacción conectados mediante cordón y clavija y destinados para aplicarse a materiales combustibles, deben ir equipados con un soporte aprobado que puede ser una parte independiente del equipo o puede formar parte del artefacto.

422-12. Luces de señalización para artefactos de calefacción.- Todos los artefactos o grupos de artefactos eléctricos utilizados en edificios no destinados a vivienda y que se pueden aplicar a materiales combustibles, deben llevar una luz de señalización.

Excepción: Si el artefacto lleva integrado un dispositivo limitador de temperatura.

422-13. Planchas eléctricas.- Las planchas eléctricas deben ir equipadas con un medio identificado de limitación de temperatura.

422-14. Calentadores de agua

a) Con tanque de almacenamiento e instantáneos.- Todos los calentadores de agua con tanque de almacenamiento o de tipo instantáneo deben ir equipados con un medio para limitar la temperatura, además de su termostato de control, que permita desconectar todos los conductores no puestos a tierra. Dicho medio cumplirá las siguientes condiciones: 1) debe ir instalado de modo que vence la temperatura máxima del agua, 2) debe ser de disparo libre, de reposición manual o del tipo con elemento de recambio. Tales calentadores de agua deben llevar un rótulo que indiquen que es necesario instalar una válvula de temperatura y de alivio de presión.

NOTA.- Véase las normas NTC 3424, Válvulas de alivio y dispositivos automáticos de corte de gas para sistemas de suministro de agua caliente y Relief Valves and Automatic Gas Shutoff Decives for Hot Water Supply Systems, ANSI 721.22-1990.

Excepción: Los calentadores de agua para temperatura de agua de 82 °C en adelante y de 60 kW de potencia en adelante, identificados para ese uso, y los calentadores de agua con capacidad de 3,785 L o menos identificados para ese uso.

b) Calentadores de agua con tanque de almacenamiento.- Un circuito ramal que de suministro a un calentador de agua fijo con tanque de almacenamiento, con capacidad de 454,2 L o menos, debe tener una capacidad nominal no menor al 125 % de la capacidad nominal que figure en la placa de características del calentador.

NOTA.- Para el dimensionamiento de los circuitos ramales, véase el Artículo 422-4.a) Excepción No. 2.

422-15. Artefactos de calentamiento industrial por bombilla de infrarrojos

a) De 300 W o menos.- Las bombillas de calentamiento por infrarrojos de 300 W o menos se pueden utilizar con portabombillas del tipo de base media, de porcelana y sin interruptores de otros tipos similares identificados para usarlos con bombillas de calentamiento por infrarrojos de 300 W o menos.

b) De más de 300 W.- Las bombillas de infrarrojos de más de 300 W nominales no se deben poner en portabombillas con casquillo roscado.

<u>Excepción</u>: Los portabombillas identificados como adecuados para usarlos con bombillas de calentamiento por infrarrojos de potencia nominal superior a 300 W.

c) Portabombillas.- Se permite conectar portabombillas a cualquiera de los circuitos ramales descritos en la Sección 210 y, en ocupaciones industriales, se permite operarlos en serie en circuitos de más de 150 V a tierra, siempre que la tensión nominal del portabombillas no sea menor que la del circuito.

Cada sección, panel o regleta que tenga instalados portabombillas de infrarrojos (incluido su alumbrado interno) se debe considerar como un artefacto eléctrico. El bloque terminal conexiones de cada conjunto se debe considerar como una salida individual.

422-16. Puesta a tierra.- Los artefactos que deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo exigido en la Sección 250, deben tener sus partes metálicas no portadoras de corriente puestas a tierra de la manera especificada en dicha Sección.

NOTA.- Para la puesta a tierra de equipos para frigoríficos y congeladores, véase los Artículos 250-42, 250-43 y 250-45. Para la puesta a tierra de equipos para cocinas eléctricas, hornos de pared, cocinas montadas en mostradores y secadoras de ropa, véase los Artículos 250-57 y 250-60.

422-17. Hornos de pares y cocinas montadas en mostradores

a) Se permite conexiones mediante cordón y clavija o permanente.- Se permite que los hornos de pared y las cocinas montadas en mostradores, completos con sus accesorios para montarlos y para hacer las conexiones eléctricas, estén permanentemente conectados o sólo con cordón y clavija, para facilitar su instalación o servicio.

b) Conector separable o una combinación de clavija y tomacorriente.- Un conector separable o una clavija y tomacorriente en la red de suministro a un horno o unidad de cocción, deben:

1) No instalarse como si fuera el medio de desconexión que exige el Artículo 422-20.
2) Estar aprobados para la temperatura de funcionamiento del espacio donde estén ubicados.

422-18. Soporte de los ventiladores de techo

a) Ventiladores de máximo 15,88 kg de peso.- Se permite que los ventiladores de techos certificados que no pesen más de 15,88 kg, con o sin accesorios, estén soportados por cajas de salida identificada para ese uso y soportadas según lo establecido en los Artículos 370-23 y 370-27.

b) Ventiladores de techo de más de 15,88 kg.- Los ventiladores de techo certificados que pasen más de 15,88 kg, con o sin accesorios, deben ir soportados independientes de la caja de salida. Véase el Artículo 370-23.

422-19. Otros métodos de instalación.- Los artefactos con métodos de instalación distintos a los recogidos en esta Sección, sólo se pueden utilizar bajo permiso especial.

D. Control y protección de los artefactos eléctricos

422-20. Medios de desconexión.- Los artefactos eléctricos deben llevar un medio que desconecte el artefacto de todos los conductores no puestos a tierra, de acuerdo con los siguientes Artículos de la Parte D. Si un artefacto está alimentado por más de una fuente, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar.

422-21. Desconexión de artefactos conectados permanentemente

a) Para potencia nominal no mayor de 300 VA nominales o 93,2 W (1/8 HP).- En los artefactos conectados permanentemente que no tengan más de 300 VA o 93,2 W (1/8 HP), se permite utilizar como medio de desconexión el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal.

b) Para potencia nominal mayor de 300 VA o 93,2 W (1/8 HP).- En los artefactos conectados permanentemente que tengan más de 300 VA o 93,2 W (1/8 HP), se permite utilizar el interruptor o interruptor automático del circuito como medio de desconexión cuando dicho interruptor o interruptor automático esté a la vista desde el artefacto o se pueda bloquear en posición de abierto.

NOTAS:

1) Para artefactos accionados por motor de más de 93,2 W (1/8 HP), véase el Artículo 422-27.
2) Para artefactos con interruptores incorporados, véase el Artículo 422-25.

422-22. Desconexión de los artefactos conectados mediante cordón y clavija

a) Conector separable o tomacorriente y clavija.- En los artefactos eléctricos conectados mediante cordón y clavija se permite que un conector separable accesible o un tomacorriente y clavija accesibles, sirvan como medios de desconexión, los artefactos de este tipo deben ir dotados con medios de desconexión de acuerdo con el Artículo 422-21.

b) Conexión en el zócalo posterior de una estufa.- En las estufas eléctricas domésticas conectadas mediante cordón y clavija, se considera que una clavija y un tomacorriente en el zócalo posterior de la estufa cumplen los requisitos de el Artículo 422-22. A) si son accesibles desde la parte delantera retirando alguna gaveta.

c) Capacidad nominal.- La capacidad nominal de un tomacorriente o de un conector separable, no debe ser menor que la capacidad nominal de cualquier artefacto conectado a los mismos.

Excepción: Se permite aplicar los factores de demanda autorizados en otras partes de este Código.

d) Requisitos para conectores y clavijas.- Los conectores y las clavijas deben cumplir las siguientes disposiciones:

1) **Partes energizadas.-** Deben estar construidos e instalados de nodo que no se produzcan contactos accidentales con partes energizadas.
2) **Capacidad de Interrupción.-** Deben ser capaces de interrumpir su corriente nominal sin riesgo para el operador.
3) **Intercambiabilidad.-** Deben estar diseñados de tal manera que sea imposible enchufarlos a tomacorrientes de menor capacidad nominal.

422-23. Polaridad de los artefactos conectados mediante cordón y clavija.- Si el artefacto está dotado de un interruptor monologar manual conectado a la red para ponerlo en marcha y detenerlo, de un portabombillas con casquillo roscado o de un tomacorriente de 15 o 20 A, la clavija debe ser del tipo polarizado o con polo a tierra.

Excepción: Una máquina de afeitar eléctrica con doble aislamiento y clavija de dos hilos sin polaridad, si no está dotada de un portabombillas con casquillo roscado o un tomacorriente de 15-20 A.

NOTA.- Para la polaridad de los portabombillas con casquillo roscado tipo Edison, véase el Artículo 410-21.a).

422-24. Artefactos sumergibles conectados mediante cordón y clavija.- Los artefactos independientes portátiles de hidromasajes y los secadores de pelo manuales deben estar construidos de modo que tengan protección para las personas contra la electrocución si caen al agua, tanto si están encendido como apagados.

422-25. Interruptor(es) incorporado(s) como medios de desconexión.- Se permite que los interruptores incorporados que formen parte de un artefacto, con su posición de apagado ("off") rotulada y que desconecte todos los conductores no puestos a tierra del artefacto, se pueda utilizar como medio de desconexión según lo exigido por esta Sección, cuando se proporcionen otros medios de desconexión en las siguientes ocupaciones:

a) Viviendas multifamiliares.- En las viviendas multifamiliares, los otros medios de desconexión deben estar dentro de la unidad de vivienda o en el mismo piso de la unidad de vivienda en la que esté instalado el artefacto; estos medios se permiten para controlar bombillas y otros artefactos.

b) Vivienda bifamiliar.- En las viviendas bifamiliares, se permite que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la unidad de vivienda en la que esté instalado el artefacto. En este caso se permite instalar un interruptor individual o un interruptor automático en la unidad de vivienda, que puede controlar también bombillas y otros artefactos.

c) Viviendas unifamiliares.- En viviendas unifamiliares se permite que el otro medio de desconexión sea el de la acometida.

d) Otras ocupaciones.- En otras ocupaciones se permite que el otro medio de desconexión sea el interruptor o interruptor automático del circuito ramal, cuando sea fácilmente accesible para el mantenimiento del artefacto.

422-26. Interruptores e interruptores automáticos indicadores.- Los interruptores e interruptores automáticos usados como medio de desconexión deben ser tipo indicador.

422-27. Medios de desconexión para artefactos accionados por motor.- Si se utiliza un interruptor o interruptor automático como medio de desconexión de un artefacto eléctrico accionado por motor permanentemente conectado de más de 93,2 W (1/8 HP), debe estar ubicado a la vista del controlador del motor y debe cumplir con la Parte I de la Sección 430.

> *Excepción: Se permite que un interruptor o interruptor automático que actúe como los otros medios de desconexión exigidos en el Artículo 422-25.a), b), c) o d), no esté a la vista desde el controlador del motor de un artefacto provisto de un interruptor con su posición de apagado ("off") rotulada y que desconecte todos los conductores no puestos a tierra.*

422-28. Protección contra sobrecorriente

a) Artefactos eléctricos.- Los artefactos eléctricos deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los siguientes apartados b) a f) y con los Artículos 422-4 y 422-5.

> *Excepción: Los motores de los artefactos eléctricos accionados por motor deben estar dotados de mecanismo de protección contra sobrecarga según la Parte C de la Sección 430. Los monocompresores de equipos de refrigeración o aire acondicionado con circuito hermético del refrigerante, deben estar dotados de protección contra sobrecarga de acuerdo con la Parte F de la Sección 440. Cuando se exija que un artefacto lleve un dispositivo de protección contra sobrecorriente independiente del mismo, el artefacto debe llevar rótulos con datos para la selección de dichos dispositivos. Los datos mínimos rotulados deben ser las especificadas en los Artículos 430-7 y 440-4.*

b) Artefactos electrodomésticos con elementos de calentamiento de superficies.- Un artefacto electrodoméstico con elementos de calentamiento de superficies, con una demanda máxima de más de 60 A calculada de acuerdo con la Tabla 220-19, debe tener su fuente de alimentación dividida en dos o más circuitos, cada uno de los cuales debe estar dotado de dispositivo de protección contra sobrecorriente con capacidad nominal no mayor a 50 A.

c) Artefactos de calentamiento comerciales e industriales por bombilla de infrarrojos.- Los artefactos de calentamiento por bombilla de infrarrojos, comerciales e industriales, deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente no mayores de 50 A.

d) Elementos de calentamiento de bobina abierta o bobina blindada expuesta en artefactos de calentamiento de superficie, tipo comercial.- Los elementos de calentamiento de superficies consistentes en bobinas abiertas o bobinas blindadas expuestas en artefactos de calentamiento de tipo comercial deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente no mayores de 50 A.

e) Artefactos eléctricos sencillo no accionados por motor.- Si el circuito ramal suministra corriente a un artefacto eléctrico sencillo no accionado por motor, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente: 1) no debe superar la capacidad nominal rotulada en el artefacto; 2) si no está rotulada esa capacidad nominal de más de 13,3 A, no debe ser mayor del 150 % de la capacidad nominal del artefacto; o 3) si en el artefacto no está rotulada la capacidad nominal de protección contra sobrecorriente y el artefacto es de 13,3 A nominales o menos, no debe ser mayor de 20 A.

> *Excepción: Cuando el 150 % de la capacidad nominal del artefacto no corresponda con la capacidad nominal de un dispositivo estándar de protección contra sobrecorriente, se permite tomar el valor inmediatamente superior.*

f) Artefactos eléctricos de calefacción con elementos tipo resistencia, de más de 48 A nominales.- Los artefactos de calefacción eléctricos con elementos de tipo resistencia de más de 48 A nominales, deben tener sus elementos de calentamiento divididos. La carga de cada subdivisión no debe superar los 48 A y debe estar protegida para una corriente no mayor a 60 A.

Estos dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente deben: 1) estar instalados en fábrica dentro o sobre el encerramiento del calentador o el fabricante debe suministrarlos como un conjunto independiente; 2) ser accesibles, pero no necesariamente con facilidad, y 3) ser adecuados para la protección de circuitos ramales.

Los conductores principales que dan el suministro a estos dispositivos de protección contra sobrecorriente, se deben considerar como conductores de circuito ramal.

Excepciones:

1) *Los electrodomésticos con elementos de calentamiento de superficie, de los que trata el Artículo 422-28.b), y los artefactos de calefacción de tipo comercial de los que trata el Artículo 422-28.d).*
2) *Se permite dividir en circuitos las cocinas comerciales y artefactos de cocina con elementos calentadores de tipo blindado no cubiertos en el Artículo 422-28.d), siempre que no superen los 120 A y estén protegidos a no más de 150 A, cuando se cumpla una de las siguientes condiciones:*
   - *a. Que los elementos estén integrados con y encerrados dentro de una superficie de cocción.*
   - *b. Que los elementos estén totalmente contenidos dentro de un encerramiento identificado como adecuado para ese uso.*
   - *c. Que los elementos estén contenidos en un tanque estampado con clasificación ASME o equivalente.*
3) *Se permite que los calentadores de agua y calderos de vapor con elementos calentadores eléctricos de tipo inmersión, en un recipiente estampado con clasificación ASME o equivalente, estén subdivididos en circuitos de menos de 120 A y protegidos a no más de 150 A.*

E. Rótulos en los artefactos eléctricos

422-29. Conjuntos para calentamiento de tuberías conectados mediante cordón y clavija.- Los conjuntos para calentamiento destinados a evitar que se congelen las tuberías y conectados mediante cordón y clavija, deben estar certificados.

422-39. Placa de características

a) Rotulado de la placa de características.- Todos los artefactos eléctricos deberán llevar una placa de características en las que aparezca el nombre de identificación y sus valores nominales en voltios (V) y amperios (A) o en voltios (V) y watios (W). Si el artefacto se debe utilizar a una frecuencia o frecuencias específicas, también deben aparecer en la placa.

Cuando se exija una protección externa de un motor contra sobrecargas, también debe aparecer este dato en la placa de características.

NOTA.- Para los requisitos de protección contra sobrecorriente, véase el Artículo 422-28.a), Excepción.

b) Visibles.- Los rótulos deben estar ubicados de modo que sean visibles o fácilmente accesibles después de su instalación.

422-31. Rotulado de los elementos calentadores.- Todos los elementos calentadores de más de 1 A nominal, reemplazables en terreno y que formen parte de un artefacto, deben estar rotulado claramente con sus valores nominales en voltios (V) y amperios (A), o en voltios (V) y vatios (W) o con el número de la pieza asignado por el fabricante.

422-32. Artefactos eléctricos consistentes de motores y otras cargas.- Estos artefactos deben ir rotulados de acuerdo con los siguientes apartados a) o b):

a) Rotulado.- Además del rotulado exigido en el Artículos 422-30, el rótulo de un artefacto eléctrico consistente de uno o más motores con otra(s) carga(s) o motores sin otra(s) carga(s), debe especificar la capacidad de corriente mínima del conductor del circuito de suministro y la capacidad nominal máxima del dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente.

Excepciones:

1) *Los artefactos que vienen de fábrica con cordón y clavija y cumplan lo exigido en el Artículo 422-30.*
2) *Los artefactos en los que la capacidad de corriente mínima del conductor del circuito de suministro y la capacidad nominal máxima del dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente, no sean superiores a 15 A y cumplan lo exigido en el Artículo 422-30.*

b) Otros rótulos alternativos.- Se permite un método alternativo de rotulado que especifique los valores nominales del mayor moto en voltios y amperios (V y A) y la carga o cargas adicionales en voltios y amperios (V y A) o en voltios y vatios (V y W), además de los rótulos exigidos por el Artículo 422-30.

Excepciones:

1) *Los artefactos que vienen de fábrica con cordón y clavija y cumplan lo exigido en el Artículo 422-30.*
2) *Se permite omitir la capacidad nominal de un motor de 93,2 W (1/8 HP) o menos o de una carga sin motor de un amperio (1 A) o menos, siempre que esas cargas no constituyan la carga principal.*

SECCIÓN 424. EQUIPOS ELÉCTRICOS FIJOS PARA CALEFACCIÓN DE AMBIENTE

A. Generalidades

424-1. Alcance.- Esta Sección trata de los equipos eléctricos fijos utilizados para la calefacción de ambiente. A los efectos de esta Sección, estos equipos de calefacción deben incluir cables calentadores, unidades calentadoras, calderas, los sistemas centrales y otros equipos fijos aprobados de calefacción de ambiente. Esta Sección no se aplica a procesos industriales de calefacción ni al aire acondicionado de cuartos (individual).

424-2. Otras Secciones.- Son de aplicación a los equipos para calefacción de ambiente todos los requisitos aplicables de este Código. Cuando se usen en lugares peligrosos (clasificados), deben cumplir también lo establecido en las Secciones 500 a 517. La Sección 440 se debe aplicar a la instalación de equipos de calefacción que contengan grupos motocompresores con circuito hermético de refrigerante.

424-3. Circuitos ramales

a) Requisitos de los circuitos ramales.- Se permiten circuitos ramales para alimentar equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente de cualquier tamaño.

Los circuitos ramales que den suministro a dos o más salidas de equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, deben ser de 15, 20 0 30 A nominales.

> *Excepción: En ocupaciones no residenciales, se permite que los equipos de calefacción fijos por infrarrojos estén alimentados por circuitos ramales de 50 A como máximo.*

b) Capacidad nominal de los circuitos ramales.- La capacidad de corriente de los conductores de los circuitos ramales y la capacidad nominal o valor de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que alimentan a equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente, consistentes en motores y elementos calentadores. Se permite que la capacidad nominal o valor de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente cumpla lo establecido en el Artículo 240-3.b). Se permite suministrar corriente a plena carga a través de un contactor, termostato, relee o dispositivo similar certificado para funcionar continuamente al 100 % de su carga nominal, como establece el Artículo 2110-22.c) Excepción.

El tamaño de los conductores del circuito ramal y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que dan el suministro a los equipos deléctricos fijos de calefacción de ambiente incluyendo un motocompresor con circuito hermético del refrigerante, con o sin resistencias, se deben calcular según lo establecido en los Artículos 440-34 y 440-35. Las disposiciones de esta Sección no se aplican a los conductores que formen parte integral del equipo eléctrico fijo aprobado de calefacción de ambiente.

B. Instalación

424-9. Generalidades.- Todos los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente deben estar instalados de manera aprobada.

Se permite utilizar calentadores eléctricos de pared de instalación permanente y equipados con salidas para tomacorrientes instaladas en fábrica o salidas instaladas como conjunto certificado independiente, en lugar de la(s) salida(s) de tomacorriente exigidas por el Artículo 210-50.b). Dichas salidas de tomacorriente no deben estar conectadas a los circuitos calentadores.

NOTA.- Los calentadores de pared certificados incluyen instrucciones que pueden prohibir instalarlos bajo salidas para tomacorrientes.

424-10. Permiso especial.- Los equipos y sistemas eléctricos fijos de calefacción de ambiente instalados por métodos diferentes a los cubiertos por esta Sección, solamente se permiten mediante permiso especial.

424-11. Conductores de suministro.- Los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente que requieran de conductores de suministro con aislamiento de más de 60 °C, deben estar así rotulados de modo claro y permanente. Estos rótulos deben ser claramente visibles después de la instalación y se permite que estén adyacentes a la caja de conexiones.

424-12. Lugares de instalación

a) Expuesto a daños físicos graves.- No se debe utilizar equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente si están expuestos a daños físicos graves, a no ser que estén protegidos adecuadamente.

b) En lugares húmedos o mojados.- Los calentadores y equipos relacionados instalados en lugares húmedos o mojados deben estar aprobados para esos lugares y estar construidos e instalados de modo que el agua u otros líquidos no entren ni se acumulen dentro o sobre las secciones con alambrado, en componentes eléctricos o en canalizaciones.

NOTAS:

1) Para los equipos expuestos a agentes deteriorantes, véase el Artículo 110-11.
2) Para equipos en áreas alrededor de piscinas, véase el Artículo 680-27.

424-13. Separación de materiales combustibles.- Los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente deben instalarse dejando espacio suficiente entre los equipos y los materiales combustibles adyacentes, a menos que se haya encontrado que son adecuados para instalar en contacto directo con material combustible.

424-14. Puesta a tierra.- Todas las partes metálicas no portadoras de corriente y expuestas de los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente que se puedan llegar a energizar, se deben poner a tierra según lo establecido en la Sección 250.

C. Control y protección de los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente

424-19. Medios de desconexión.- En todos los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente, se deben instalar medios para desconectar el calentador, controlador(es) de motor y demás dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente en todos los conductores no puestos a tierra. Cuando el equipo de calefacción esté alimentado por más de un circuito, los medios de desconexión se deben agrupar y rotular.

a) Equipo de calefacción con protección suplementaria contra sobrecorriente.- El medio de desconexión del equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente con protección suplementaria contra sobrecorriente debe estar a la vista del dispositivo o dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, en el lado del suministro de dichos dispositivos si fueran fusibles y, además, debe cumplir con lo establecido en los siguientes apartados 1) o 2).

1) **Calentador que no tenga motor de más de 93,2 W (1/8 HP).-** Se permite que los anteriores medios de desconexión o interruptores incorporados que cumplan lo establecido en el Artículo 424-19.c), sirvan como medios de desconexión tanto para el controlador o controladores de motores como para el calentador, en las siguientes condiciones a. o b.

   a. Si el medio de desconexión proporcionado está también a la vista del controlador o controladores de motores y del calentador.
   b. Si el medio de desconexión proporcionado se puede bloquear en posición de abierto.

2) **Calentador con motor o motores de más de 93,2 W (1/8 HP).-** Se permite que el anterior medio de desconexión sirva tanto para el controlador o controladores de motores como para el calentador, por alguno de los siguientes medios especificados en los siguientes apartados a. hasta d.:

   a. Cuando el medio de desconexión está también a la vista del controlador o controladores de motor y del calentador.
   b. Cuando el medio de desconexión no está a la vista desde el calentador, se debe instalar un medio de desconexión independiente, el medio de desconexión se pueda bloquear en posición de abierto o se permita utilizar interruptores incorporados que cumplan lo establecido en el Artículo 424-19.c).
   c. Si el medio de desconexión no está a la vista desde la ubicación del controlador o controladores, se debe instalar un medio de desconexión que cumpla lo establecido en el Artículo 430-102.
   d. Si el motor no está a la vista desde el controlador, se debe aplicar lo establecido en el Artículo 430-102.b).

b) Equipo de calefacción sin protección suplementaria contra sobrecorriente

1) **Sin motor o con motor no mayor de 93,2 W (1/8 HP).-** En los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente sin motor de más de 93,2 W (1/8 HP) nominales, se permite que el interruptor o interruptor automático del circuito ramal sirva como medio de desconexión si dicho interruptor o interruptor automático está a la vista desde el calentador o se puede bloquear en posición de abierto.
2) **Con motor mayor de 93,2 W (1/8 HP).-** En los equipos de calefacción eléctrica de habitaciones con motor de más de 93,2 W (1/8 HP), debe haber un medio de desconexión ubicado a la vista del controlador del motor.

Excepción: Lo permitido en el Artículo 424-19.a).2).

c) Interruptor(es) incorporado(s) como medios de desconexión.- Se permite utilizar, como medios de descongestión exigido por esta Sección, interruptor(es) incorporado(s) que tenga(n) rotulada la posición de "apagado" ("off"), formen parte del calentador fijo u desconecten todos los conductores no puestos a tierra, cuando en las distintas ocupaciones haya instalado alguno de los siguientes medios de desconexión:

1) **Viviendas multifamiliares.-** En las viviendas multifamiliares, los demás medios de desconexión deben estar dentro de la unidad de vivienda o en el mismo piso que la unidad de vivienda en la cual esté instalado el calentador fijo y se permite que también sirva para controlar las bombillas y artefactos.
2) **Viviendas bifamiliares.-** En las viviendas bifamiliares se permite que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la unidad de vivienda en la que esté instalado el calentador fijo. En este caso se permite instalar un interruptor o interruptor automático individual para la vivienda, que también puede servir para controlar las bombillas y artefactos.
3) **Viviendas unifamiliares.-** En las viviendas unifamiliares se permite que el otro medio de desconexión sea el de la acometida.
4) **Otras ocupaciones.-** En otras ocupaciones se permite que el medio de desconexión sea el interruptor o interruptor automático del circuito ramal, siempre que sea accesible cuando haya que dar mantenimiento al calentador fijo.

424-20. Dispositivos de interrupción controlados por termostato

a) Sirviendo como controladores y medios de desconexión.- Se permite que los dispositivos de interrupción controlados por termostato y las combinaciones de termostatos con interruptores accionados manualmente, sirvan al mismo tiempo como controladores y como medios de desconexión, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

1) Que tengan rotulada su posición de "apagado" ("off").
2) Que, cuando se pongan manualmente en posición de "apagado" ("off"), abran directamente todos los conductores no puestos a tierra.
3) Que estén diseñados de modo que no se puedan energizar automáticamente una vez puesto el interruptor manualmente en posición de "apagado" ("off").
4) Que estén ubicados como se indica en el Artículo 424-19.

b) Termostatos que no interrumpen directamente todos los conductores puestos a tierra.- No se exige que cumplan los requisitos del anterior apartado a) los termostatos que no abran directamente todos los conductores no puestos a tierra y los que accionen circuitos a control remoto. Estos termostatos no están permitidos como medios de desconexión.

424-21. Interruptores e interruptores automáticos indicadores.- Los interruptores e interruptores automáticos usados como medios de desconexión, deben ser del tipo indicador.

424-22. Protección contra sobrecorriente

a) Dispositivos para circuitos ramales.- Se permite que los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente que no estén accionados por motor según exigen las Secciones 430 y 440 y que tengan protección adicional contra sobrecorriente, estén protegidos contra sobrecorriente cuando estén alimentados por uno de los circuitos ramales referidos en la Sección 210.

b) Elementos de resistencia.- Los elementos calentadores tipo resistencia de los equipos eléctricos de calefacción de ambiente, deben estar protegidos a no más de 60 A. Los equipos de más de 48 A nominales que utilicen ese tipo de resistencias, deben tener los elementos calentadores subdivididos, de modo que cada carga parcial no supere los 48 A. Cuando las cargas subdivididas sean menores a 48 A, la capacidad nominal del dispositivo suplementario de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en el Artículo 424-3.b).

Excepción: Lo que establece el Artículo 424-72.a).

c) Dispositivos de protección contra sobrecorriente.- Los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente para las cargas divididas que se especifican en el anterior apartado b), deben 1) estar instalados en fábrica dentro o sobre el encerramiento del calentador o suministrarse por el fabricante para usar con el calentador como un conjunto independiente; 2) ser accesibles, aunque no necesariamente con facilidad; y 3) ser adecuados para la protección del circuito ramal.

NOTA.- Véase el Artículo 240-10

Cuando esta protección contra sobrecorriente se realice mediante fusibles de cartucho, se permite utilizar un solo medio de desconexión para las distintas cargas subdivididas.

NOTAS:

1) Para la protección suplementaria contra sobrecorriente, véase el Artículo 240-10.
2) Para los medios de desconexión para fusibles de cartuchos en circuitos de cualquier tensión, véase el Artículo 240-40.

d) Conductores de circuito ramal.- Los conductores que dan el suministro a los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, se deben considerar conductores del circuito ramal.

Excepción: Para calentadores de 50 kW nominales o más, se permite que los conductores que alimentan a los dispositivos de protección especificados en el anterior apartado c), se dimensionen a no menos del 100 % de la capacidad nominal del calentador indicada en su placa de características, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

a. Que el calentador esté rotulado con el tamaño mínimo del conductor.
b. Que los conductores no sean de sección transversal menor a la mínima rotulada.
c. Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

e) Conductores para las cargas subdivididas.- Los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, deben dimensionarse a no menos del 125 % de las cargas servidas. Los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente especificados en el anterior c) deben proteger a estos conductores, según lo que establece el Artículo 240-3.

Excepción: En calentadores de 50 kW nominales o más, se permite que la capacidad de corriente de los conductores instalados entre el calentador y los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, no sea menor al 100 % de la carga de sus respectivos circuitos subdivididos, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Que el calentador esté rotulado con el tamaño mínimo del conductor.
b. Que los conductores no sean de sección transversal menor a la mínima rotulada.
c. Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

D. Rotulado de los equipos de calefacción

424-28. Placa de características

a) Rotulado requerido.- Cada unidad del equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente debe llevar una placa de características con un nombre identificativo y sus valores nominales en voltios y vatios (V y W) o en voltios y amperios (V y A).

Los equipos eléctricos de calefacción de ambiente destinados para conectarlos únicamente a corriente continua o únicamente a corriente alterna, deben ir así rotulados. En los equipos que incorporen motores de más de 93,2 W (1/8 HP) y otras cargas, los rótulos deben especificar los valores nominales del motor de tensión, corriente y frecuencia, en V, A, y Hz respectivamente, y la carga de calefacción en voltios y vatios (V y W) o en voltios y amperios (V y A).

b) Ubicación.- Las placas de características deben estar ubicadas de modo que sean visibles o fácilmente accesibles después de la instalación.

424-29. Rotulado de los elementos de calentamiento.- Todos los elementos de calentamiento que se pueden sustituir en sitio y formen parte del equipo de calefacción eléctrica, deben llevar rótulos bien visibles con sus valores nominales en voltios y vatios (V y W) o en voltios y amperios (V y A):

E. Cables para calefacción eléctrica de ambiente

424-34. Construcción de los cables calentadores.- Los cables calentadores se deben suministrar completos con los conductores terminales no calentadores ensamblados en fábrica de por lo menos 2,10 m de largo.

424-35. Rotulado de los cables calentadores.- Cada cable calentador debe ir rotulado con el nombre o símbolo que lo identifique, el número de catálogo y sus valores nominales en voltios y en vatios (V y W) o en voltios y amperios (V y A).

Cada tramo de cable calentador debe tener un rótulo permanente y legible en cada terminal no calentador, a menos de 76 mm de su extremo. El alambre terminal debe ir identificado en los siguientes colores para indicar el voltaje nominal de la instalación en la que se puede utilizar: 120 V, amarillo; 280 V, azul; 240 V, rojo; 277 V, marrón y 480 V, naranja.

424-36. Separación del alambrado en cielos rasos.- El alambrado ubicado encima de cielo rasos con calefacción, debe estar a una distancia por encima del cielo raso no menor a 50,8 mm y se debe considerar que opera a una temperatura ambiente de 50 °C. La capacidad de corriente de los conductores se debe calcular sobre la base de los factores de corrección aplicables según las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V de la Sección 310.

> *Excepción: No es necesario aplicar los factores de corrección para temperatura al alumbrado por encima de cielo rasos con calefacción y colocados sobre un aislante térmico que tenga un espesor mínimo de 50,8 mm.*

424-37. Ubicación del alambrado de alimentadores y circuitos ramales en paredes exteriores.- Los métodos de alambrado deben cumplir lo establecido en la Sección 300 y en el Artículo 310-10.

424-38. Restricciones de área

a) No deben extenderse más allá del cuarto o área.- Los cables calentadores no deben salirse del cuarto o área en el que comiencen.

b) Usos no permitidos.- No se permite instalar cables calentadores en armarios de ropa, sobre paredes o tabiques que sobresalgan por encima del cielo raso o sobre gabinetes cuya distancia hasta el cielo raso sea menor a la distancia mínima horizontal del gabinete hasta el borde más próximo del gabinete que esté abierto hacia el cuarto o área.

> *Excepción: Se permite que pasen tramos sencillos separados de cable calentador sobre tabiques cuando vayan empotrados.*

c) En los cielo rasos de los armarios de ropa como fuentes de calor a baja temperatura para reducir la humedad.- Las disposiciones del anterior párrafo b) no deben evitar el uso de cables en los cielo rasos de los armarios de ropa como fuentes de calefacción de baja temperatura para reducir la humedad, siempre que se utilicen sólo en las partes del cielo raso que estén libres hasta el piso de anaqueles o de otros aparatos permanentes.

424-39. Separación de otros objetos y aberturas.- Los elementos calentadores de los cables deben estar separados por lo menos 0,20 m del borde de las cajas de salida y unión que se vayan a utilizar para montar aparatos de alumbrado en superficie. Se debe dejar una distancia no menor de 50,8 mm hasta los aparatos de alumbrado empotrados y sus guarniciones, aberturas de ventilación y otras aberturas similares en la superficie del cuarto. Debe dejarse espacio para que ningún cable calentador quede cubierto por cualquier unidad montada en superficie.

424-40. Empalmes.- Los cables empotrados sólo se deben empalmar cuando sea necesario y exclusivamente por medios aprobados. En ningún caso se debe alterar la longitud del cable calentador.

424-41. Instalación de cables calentadores en paneles de madera enyesada, enlucidos o en cielo raso de concreto

a) No se debe instalar en las paredes.- Los cables calentadores no se deben instalar en las paredes.

> *Excepción: Se permite instalar tramos sencillo separados de cable sobre una superficie vertical hacia abajo hasta alcanzar un cielo raso suspendido (cielo raso).*

b) Tramos adyacentes.- Los tramos adyacentes de cable que no superen los 9 W por metro (2,75 W por pie), se deben instalar a una distancia no menor a 38 mm entre sus centros.

c) Superficies a ser aplicadas.- Los cables calentadores sólo se deben aplicar sobre panel de yeso, enlucido de yeso u otros materiales resistentes al fuego. En las superficies metálicas o conductoras de la electricidad se debe aplicar una capa de yeso para separar completamente el cable de esas superficies.

NOTA.- Véase además el siguiente apartado f).

d) Empalmes.- En todos los cables calentadores, el empalme entre el cable calentador y el terminal no calentador y, además, un tramo de 76 mm como mínimo del terminal no calentador, deben ir empotrados en el yeso o en el enlucido, al igual que el cable calentador.

e) Superficie del cielo raso.- Toda la superficie del cielo raso debe ir enlucida en mortero de yeso térmicamente no aislante, de un espesor nominal de 12,7 mm u otro material no aislante identificado como adecuado para este uso y aplicado según espesor e instrucciones especificadas.

f) Sujeción de los cables.- Los cables deben ir sujetos a intervalos no superiores a 0,40 m por medio de grapas, cinta, yeso, separadores no metálicos u otros medios aprobados. Las grapas o sujetadores metálicos que aseguren el cable no se deben utilizar sobre listones metálicos o de otras superficies conductoras de la electricidad.

> *Excepción: Los cables que estén identificados para poderlos sujetar a intervalos no mayores de 1,80 m.*

g) Instalación con madera enyesada.- En las instalaciones con madera enyesada, todo el cielo raso bajo el cable calentador debe estar cubierto por un panel de yeso de máximo 12,7 mm de espesor. El espacio que quede entre la capa superior del panel de yeso, del enlucido de yeso u otro material resistente al fuego y la capa superficial del panel de yeso, se debe rellenar con material térmicamente conductivo, con yeso que no se contraiga o con otro material aprobado o de conductividad térmica equivalente.

h) Libre de contacto con superficies conductivas.- Los cables se deben mantener libres de contactos con superficies metálicas o con otras superficies conductoras de electricidad.

i) Vigas.- En instalaciones en cielos rasos de madera, el cable se debe colocar paralelo a las vigas, regularmente espaciados entre estas, dejando un espacio de 64 mm de ancho entre centros de tramos adyacentes de cables. Los revestimientos superficies o los paneles de yeso se deben montar de modo que no haya posibilidad de que los clavos u otros medios de fijación perforen el cable calentador.

j) Cruces con vigas.- Los cables sólo deben cruzar las vigas en los extremos del cuarto.

> *Excepción: Cuando se requiera que el cable cruce las vigas por otros sitios, siguiendo las instrucciones del fabricante para que se evite que el cable pase demasiado cerca de los huecos del cielo raso o de los artefactos de alumbrado.*

424-42, Acabado de los cielos rasos.- Los cielo rasos no se deben tapar con paredes o vigas decorativas hechos de materiales aislantes térmicamente como madera, fibra o plástico. Se permite acabar los cielo rasos con pintura, papel pintado u otro material aprobado.

424-43. Instalación de los terminales no calentadores de los cables.

a) Terminales no calentadores libres.- Los tramos libres de los terminales no calentadores se deben instalar según los métodos de alambrado aprobados, desde la caja de unión hasta el lugar donde vayan en el cielo raso. Dichas instalaciones pueden ser conductores sencillos en canalizaciones aprobadas, de conductores sencillos o múltiples de tipos UF, NMC o MI u otros conductores aprobados.

b) Terminales en cajas de unión.- Dentro de la caja de unión, el terminal no calentador debe tener una longitud no menor a 0,15 m. Los rótulos de los terminales deben ser visibles cuando estén en la caja.

c) Terminales sobrantes.- El terminal no calentador que sobre después de instalar el cable calentador, no se debe cortar, sino que se debe sujetar en la parte inferior del cielo raso y se debe cubrir con yeso u otro material aprobado, dejando sólo un tramo suficiente para que llegue a la caja de unión y con una longitud no menor a 0,15 m dentro de ella.

424-44. Instalación de cables en pisos vertidos de concreto o mampostería.

a) W por metro lineal.- Los cables calentadores de potencia constante no deben superar los 54 W por metro lineal de cable.

b) Separación entre tramos adyacentes.- La distancia entre el centro de tramos adyacentes de cables no debe ser menor a 25,4 mm.

c) Asegurados en sitio.- Los cables se deben fijar una vez instalados mediante bastidores o separadores no metálicos u otros medios aprobados mientras se aplica el concreto u otro acabado.

No se deben instalar cables que hagan puente sobre juntas de dilatación, a no ser que estén protegidos de la dilatación y la contracción.

d) Separación entre el cable calentador y partes metálicas empotradas en el piso.- Se debe mantener una distancia suficiente entre el cable calentador y otras partes metálicas empotradas en el piso.

> *Excepción: Se permite que un cable con recubrimiento metálico puesto a tierra esté en contacto con objetos metálicos empotrados en el piso.*

e) Terminales protegidos.- En los puntos donde salgan del piso, los terminales no calentadores deben ir protegidos por un tubo metálico rígido, tubo metálico semirígido, tubo rígido no metálico, tuberías eléctricas metálicas o por otros medios aprobados.

f) Pasacables o accesorios aprobados.- Cuando los terminales no calentadores salgan del piso a través de una baldosa, se deben utilizar pasacables o accesorios aprobados.

424-45. Inspección y ensayos.- Las instalaciones de cables se deben hacer con el debido cuidado para evitar daños a los conjuntos de cables y se deben inspeccionar y aprobar antes de ocultar o cubrir los cables.

F. Calentadores en ductos de aire

424-57. Generalidades.- La parte F de esta Sección se aplica a cualquier elemento calentador montado en la corriente de aire de un sistema de ventilación forzada, cuando la unidad de movimiento del aire no forme parte integral del equipo.

424-28. Identificación.- Los calentadores instalados en conductos de aire deben estar identificados como adecuados para ese tipo de instalación.

424-59. Flujo de aire.- Se deben instalar medios adecuados que aseguren un flujo de aire suficiente y uniforme sobre el frente del calentador, siguiendo las instrucciones del fabricante.

NOTA.- Los calentadores instalados a menos de 1,20 m de la salida de un dispositivo de movimiento del aire, bomba de calor, aparato de aire acondicionado, curvas, deflectores u otros obstáculos que haya en los conductos de aire, pueden exigir paletas giratorias, placas de presión u otros dispositivos en el lado de la entrada del calentador del ducto para asegurar una distribución uniforme del aire sobre la cara del calentador.

424-60. Temperatura de entrada elevada.- Los calentadores en conductos que estén destinados para usarse con aire de entrada a alta temperatura, deben estar identificados como adecuados para usarlos a esas temperaturas.

424-61. Instalación de calentadores en conductos con bombas de calor y artefactos de aire acondicionado.- Las bombas de calor y artefactos de aire acondicionado que funcionen con calentadores de conductos ubicados a menos de 1,20 m de los mismos, deben estar identificados, tanto el calentador como la bomba y el acondicionador de aire, como adecuados para dicho tipo de instalaciones y estar así rotuladas.

424-62. Condensación.- Los calentadores en conductos utilizados con acondicionadores de aire u otros equipos de refrigeración que puedan producir condensación, deben estar identificados como adecuados para usar en esas condiciones.

424-64. Controles de límites.- Todos los calentadores en conductos deben estar dotados de control(es) integrado(s) y aprobado(s) con limitación de temperatura con reposición automática para desenergizar el circuito o circuitos.

Además, todos los calentadores de conductos deben llevar uno o varios dispositivos de control integrados, independientes y suplementarios que desconecten el número suficiente de conductores para interrumpir el flujo de corriente eléctrica. Este dispositivo debe ser de reposición o reemplazo manual.

424-65. Ubicación de los medios de desconexión.- El equipo de control de los calentadores de conductos debe ser accesible con un medio de desconexión instalado en el controlador o a la vista desde el mismo.

Excepción: Lo permitido en el Artículo 424-19.a).

424-66. Instalación.- Los calentadores en conductos se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y de un modo que su funcionamiento no suponga un peligro para las personas o la propiedad. Además, deben estar ubicados con respecto a los elementos constructivos del edificio y otros equipos, de modo que no impidan el acceso. Se debe dejar espacio suficiente para cambiar los elementos de control y calentadores, para ajustar y limpiar los controles y otras partes que requieran dicha atención. Véase el Artículo 110-16.

NOTA.- Para más información sobre la instalación, véase las normas NTC 3714, NTC 3292 Acondicionadores de aire para recintos, Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating systems, ANSI/NFPA 90A-1993 y Standard for the Installations of Warm, Air Heating and Air Conditioning Systems, ANSI/NFPA 90B-1993.

G. Calderas del tipo con resistencia

424-70. Alcance.- Las disposiciones de la Parte G de esta Sección se aplican a las calderas cuyos elementos de calentamiento sean resistencias. Las calderas del tipo con electrodos no se consideran calderas del tipo con resistencia. Véase la Parte H de esta Sección.

424-71. Identificación.- Las calderas del tipo con resistencia deben estar identificadas como adecuadas para el tipo de instalación.

424-72. Protección contra sobrecorriente.

a) Calderas con elementos calentadores de tipo resistencia por inmersión en recipientes clasificados y marcados ASME.- Una caldera con elementos calentadores de tipo resistencia por inmersión en un recipiente clasificado y marcado ASME debe tener los elementos calentadores protegidos a 150 A como máximo. Si esa caldera tiene una intensidad nominal superior a 120 A, debe tener los elementos calentadores subdivididos en cargas que no superen los 120 A.

Cuando una carga subdividida sea menor a 120 A, la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en el Artículo 424-3.b).

b) Calderas con elementos calentadores de resistencia de más de 48 A y no contenidos en recipientes clasificados y marcados ASME.- Una caldera con elementos calentadores de tipo resistencia no contenidos en un recipiente clasificado y marcado ASME, debe tener los elementos calentadores protegidos a 60 A como máximo. Si esa caldera tiene una intensidad nominal superior a 48 A, debe tener los elementos calentadores subdivididos en cargas que no superen los 48 A.

Cuando una carga subdividida sea menor a 48 A, la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en el Artículo 424-3.b).

c) Dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente.- Los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas a las que hacen referencia los anteriores apartados a) y b), deben ser: 1) instalados en fábrica dentro o en un encerramiento de la caldera o suministrados como conjunto independiente por el fabricante de la caldera, 2) accesibles, aunque no sea fácilmente, y 3) adecuados para protección del circuito ramal.

Cuando esta protección contra sobrecorriente se haga por medio fusibles de cartucho, se permite instalar un solo medio de desconexión para todos los circuitos subdivididos. Véase el Artículo 240-40.

d) Conductores que alimenta dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente.- Los conductores que alimenten a esos dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, se deben considerar conductores de circuito ramal.

> *Excepción: En calentadores de 50 kW nominales o más, se permite que la capacidad nominal de los conductores que alimenten al circuito del dispositivo complementario de protección contra sobrecorriente, sea no menor que el 100 % de la capacidad nominal por placa de características del calentador, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:*
> *a. Que el calentador esté rotulado con el tamaño mínimo de los conductores.*
> *b. Que los conductores no sean de un tamaño menor al mínimo rotulado, y*
> *c Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.*

e) Conductores para las cargas subdivididas.- Los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, deben ser de una capacidad no menor al 125 % de las cargas conectadas. Los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente especificados en el apartado anterior c) deben proteger a estos conductores, según lo que establece el Artículo 240-3.

> *Excepción: En calentadores de 50 kW o más, se permite que la capacidad de corriente de los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente no sea menor que el 100 % de la carga de los respectivos circuitos subdivididos, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:*
> *a. Que el calentador esté rotulado con el tamaño mínimo de los conductores.*
> *b. Que los conductores no sean de un tamaño menor al mínimo rotulado, y*
> *c. Que el ciclo de funcionamiento de equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.*

424-73. Control para el límite de temperatura.- Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deben ir equipadas con medios de limitación sensibles a la temperatura. Se deben instalar para que limiten la temperatura máxima del líquido y que desconecten directa o indirectamente todos los conductores no puestos a tierra de los elementos calentadores. Dichos medios deben ser adicionales al sistema regulados de la temperatura y a cualquier otro dispositivo que proteja al depósito contra presión excesiva.

424-74. Control para el límite de presión.- Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal se produzca cambio de estado del medio de transferencia de calor, de líquido a vapor, deben ir equipadas con medios de limitación sensibles a la presión. Se deben instalar para limitar la presión máxima y deben desconectar directa o indirectamente todos los conductores no puestos a tierra de los elementos calentadores. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de presión y a cualquier otro dispositivo que proteja al depósito contra presión excesiva.

424-75. Puesta a tierra.- Todas las partes metálicas no portadoras de corriente de la caldera deben ponerse a tierra de acuerdo con la Sección 250. Se deben proporcionar medios para conexión del conductor o conductores de puesta a tierra de equipos, dimensionados de acuerdo con la Tabla 250-95.

H. Calderas del tipo con electrodos

424-80. Alcance.- Las disposiciones de la Parte H de esta Sección se aplican a las calderas que funciones a 600 V nominales o menos y en las que el calor se genera por el paso de corriente entre electrodos a través del líquido que se quiere calentar.

NOTA.- Para calderas de más de 600 V, véase la Parte G de la Sección 710.

424-81. Identificación.- Las calderas del tipo con electrodos deben estar identificadas como adecuadas para su instalación.

424-82. Requisitos del circuito ramal.- El tamaño de los conductores del circuito ramal y los dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben calcular sobre la base del 125 % de la carga total (sin incluir motores). Se permite instalar un contactor, relee u otro dispositivo aprobado para funcionamiento continuo al 100 % de su valor nominal para alimentar su plena carga. Véase el Artículo 210-22.c) Excepción. Las disposiciones de este artículo no se aplican a los conductores que formen parte integral de una caldera aprobada.

> *Excepción: En las calderas del tipo con electrodos de 50 kW o mpas se permite que la capacidad nominal de los conductores que alimenten al circuito del dispositivo complementario de protección contra sobrecorriente no sea menor 100 % de la capacidad nominal por placa de características de la caldera, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:*
> *a. Que la caldera esté rotulada con tamaño mínimo de los conductores.*
> *b. Que los conductores no sean de menor tamaño que el mínimo rotulado.*
> *c. Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo actuado por temperatura o por presión.*

424-83. Control para el límite de temperatura.- Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deben ir equipada con medios de limitación sensibles a la temperatura. Se deben instalar para que limiten la temperatura máxima del líquido y que interrumpan directa o indirectamente todo el flujo de corriente eléctrica a través de los electrodos. Dichos medios deben ser adicionales al sistema regulador de la temperatura y a cualquier otro dispositivo que proteja al depósito contra presión excesiva.

424-84. Control para el límite de presión.- Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal se produzca cambio de estado del medio de transferencia de calor, de líquido a vapor, deben ir equipadas con medios de limitación sensibles a la presión. Se deben instalar para limitar la presión máxima y deben interrumpir directa o indirectamente todos el flujo de corriente eléctrica a través de los electrodos. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de presión y a cualquier otro dispositivo que proteja al depósito contra presión excesiva.

424-85. Puesta a tierra.- En las calderas diseñadas de modo que las corrientes de falla no pasen por el recipiente a presión y que el recipiente a presión esté aislado eléctricamente de los electrodos, todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, incluido el recipiente a presión y las tuberías de suministro y de retorno, se deben poner a tierra de acuerdo con lo establecido en las Sección 250.

En todos los demás diseños, el recipiente a presión que contenga los electrodos debe estar separado y eléctricamente aislado de tierra.

424-86. Rotulados.- Todas las calderas del tipo con electrodos deben llevar rótulos que indiquen: 1) el nombre del fabricante; 2) sus valores nominales en voltios, amperios y kilovatios (V; A y kW); 3) la inscripción "Caldera del tipo con electrodo" ("Electrode-Type Boiler"); y 5) una advertencia que indique: "ANTES DE REVISAR LA CALDERA INCLUIDO EL RECIPIENTE A PRESIÓN, SE DEBEN DESCONECTAR TODAS SUS FUENTES DE ALIMENTACIÓN" ("ALL POWER SUPPLIES SHALL BE DISCONNECTED BEFORE SERVICING, INCLUIDING SERVICING THE PRESSURE VESSEL").

La placa de características debe estar ubicada de modo que quede visible después de la instalación.

J. Paneles y conjuntos de paneles eléctricos radiadores para calefacción

424-90. Alcance.- Las disposiciones de la Parte J de esta Sección se aplican a los paneles y conjuntos de paneles radiadores para calefacción.

424-91. Definiciones .

a) Panel radiante.- Un panel radiante es un conjunto completo dotado de caja de unión o un tramo de tubo flexible para conectarlo a un circuito ramal.

b) Conjunto de paneles radiadores.- Un conjunto de paneles radiadores es un conjunto rígido o no rígido dotado de terminales no calentadores o de un conjunto de unión terminal, identificado como adecuado para conectarlo a un sistema de alambrado.

424-92. Rótulos.

1) Los rótulos deben ser permanentes y estar en un lugar de modo que queden visibles antes de aplicar a los paneles cualquier acabado.

2) Todos los paneles deben identificarse como adecuados para la instalación.

3) Cada panel debe ir rotulado con un nombre o símbolo identificativo, el número de catálogo y sus valores nominales en voltios y vatios (V y W) o en voltios y amperios (V y A).

4) El fabricante de los paneles o conjuntos de paneles radiadores debe suministrar etiquetas rotuladas que indiquen que la instalación de calefacción de ambiente incorpora paneles o conjunto de paneles radiadores e instrucciones para fijar las etiquetas en los paneles de distribución de modo que identifiquen los circuitos que dan el suministro a los circuitos de las instalaciones de calefacción de ambiente.

> *Excepción: No es necesario que lleven etiquetas los paneles y conjuntos de paneles radiadores que queden visibles y se distingan después de su instalación.*

424-93. Instalación.

a) Generalidades.

1) Los paneles radiadores y conjuntos de paneles radiadores se deben instalar siguiendo las instrucciones del fabricante.

2) La parte radiante no debe:

a. Instalarse en o detrás de superficies en las que pueda estar sometida a daños físicos.

b. Instalarse a través o sobre paredes, tabiques, armarios, repisas o partes similares de estructuras que lleguen hasta el cielo raso.

c. Instalarse en o a través de aislantes térmicos; no obstante se permiten que estén en contacto con la superficie de un aislante térmico.

3) Los bordes de los paneles y conjuntos de paneles deben estar separados no menos de 0,20 m de los bordes de cualquier caja de unión y de salida que se utilice para montar aparatos de alumbrado en superficie. Se debe dejar un espacio no menor de 50,8 mm hasta los aparatos empotrados y sus bordes, aberturas de ventilación y otras aberturas similares en la superficie del cuarto. Se debe dejar espacio suficiente para que ningún panel o conjunto de paneles radiadores quede cubierto por cualquier unidad de sobreponer.

Excepción: Se permite que los paneles y conjuntos de paneles radiadores rotulados para instalar a menor distancia, se instalen a la distancia rotulada.

4) Una vez instalados e inspeccionados los paneles o conjuntos de paneles radiadores, se permite instalar una superficie que esté identificada en las instrucciones del fabricante como adecuada para esa instalación. La superficie debe sujetarse de modo que los lavos u otros elementos de sujeción no perforen los paneles o conjuntos de paneles radiadores.

5) Se permite que las superficies admitidas en el Artículo 424-93.a).4) estén cubiertas con pintura, papel de colgadura u otro revestimiento identificado en las instrucciones del fabricante como adecuado.

b) Conjunto de paneles radiadores.

1) Se permite sujetar los conjuntos de paneles radiadores a la cara inferior de las vigas o montarlos entre vigas, barras o listones claveteados.

2) Los conjuntos de paneles radiadores se deben instalar paralelos a las vigas o a los listones claveteados.

3) El claveteado o grapado de los conjuntos de paneles radiadores se debe hacer únicamente en las partes no calentadoras proporcionadas para ese fin. Los conjuntos de paneles radiadores no se deben cortar ni atravesar con clavos en ningún punto a menos de 6,5 mm del elemento calentador. No se deben usar clavos, grapas ni ningún otro elemento de sujeción que pueda penetrar las partes portadoras de corriente.

4) Los conjuntos de paneles radiadores se deben instalar como unidad completa, excepto si están identificados para cortarlos en obra de una manera aprobada.

424-94. Separación del alambrado en los cielos rasos.- Los cables instalados encima de cielos rasos calentados deben estar ubicados a no menos de 50,8 mm por encima del cielo raso calentado y se debe considerar que operan a una temperatura ambiente de 50 °C. Su capacidad de corriente se debe calcular aplicando los factores de corrección dados en las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V, de la Sección 310.

Excepción: No es necesario aplicar factores de corrección de temperatura al alambrado sobre cielos rasos calentados y ubicado sobre aislantes térmicos de un espesor mínimo de 50,8 mm.

424-95. Ubicación del alambrado de los alimentadores y circuitos ramales en paredes.

a) Paredes exteriores.- Los métodos de alambrado deben cumplir lo establecido en la Sección 300 y el Artículo 310-10.

b) Paredes interiores.- Se debe considerar que todo el alambrado instalado detrás de paneles o conjuntos de paneles radiadores ubicados en paredes o tabiques interiores operan a una

temperatura ambiente de 40 °C y su capacidad de cor riente se debe calcular aplicando los factores de corrección de las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V de la Sección 310.

424-96. Conexión a los conductores del circuito ramal.

a) Generalidades.- Los paneles o conjuntos de paneles radiadores ensamblados en obra de modo que formen una instalación de calefacción en un cuarto o área, se deben conectar siguiendo las instrucciones del fabricante.

b) Paneles radiadores.- Los paneles radiadores se deben conectar al alambrado del circuito ramal mediante un método aprobado.

c) Conjuntos de paneles radiadores

1) Los conjuntos de paneles radiadores se deben conectar al alambrado del circuito ramal mediante un método identificado como adecuado para ese fin.
2) Se permite que un conjunto de paneles radiadores dotado de un conjunto de uniones terminales tenga los terminales no calentadores asegurados en el momento de su instalación siguiendo las instrucciones del fabricante.

424-97. Terminales no calentadores.- Se permite que los sobrantes de los terminales no calentadores de los paneles o conjuntos de paneles radiadores, se corten a la longitud necesaria. Deben cumplir los requisitos de instalación del método de alambrado empleado, de acuerdo con el Artículo 424-96. Los terminales no radiadores deben formar parte integrante de un panel o conjunto de paneles radiadores y no están sujetos a los requisitos de capacidad de corriente de los circuitos ramales, tal como establece el Artículo 424-3.b).

424-98. Instalación en concreto o mampostería vertida

a) Área máxima calentada.- Los paneles o conjuntos de paneles radiadores no deben superar los 355 W por metro cuadrado de área calentada.

b) Asegurados en sitio e identificados como adecuados.- Los paneles o conjuntos de paneles radiadores se deben sujetar por los medios indicados en las instrucciones del fabricante e identificados como adecuados para la instalación.

c) Juntas de dilatación.- Los paneles o conjuntos de paneles radiadores no se deben instalar haciendo puentes sobre juntas de dilatación, excepto si están protegidos contra la dilatación y la contracción.

d) Separación.- Se debe mantener una separación entre los paneles o conjuntos de paneles radiadores y los elementos metálicos empotrados en el piso.

e) Protección de los terminales.- Cuando los terminales salgan del piso, se deben proteger mediante tubo metálico rígido, tubo metálico intermedio, tubo rígido no metálico, tubería eléctrica metálica o cualquier otro medio aprobado.

f) Pasacables y accesorios requeridos.- Cuando los terminales salgan de las baldosas del piso, se debe utilizar pasacables o accesorios aprobados.

424-99. Instalación bajo el revestimiento del piso

a) Identificación.- Los paneles o conjuntos de paneles radiadores para instalarlos bajo el revestimiento del piso, deben estar identificados como adecuados para instalar bajo el revestimiento del piso.

b) Área máxima calentada.- Los paneles o conjuntos de paneles radiadores instalados bajo el revestimiento del piso no deben superar los 160 W por metro cuadrado de superficie calentada.

c) Instalación.- Los paneles o conjuntos de paneles radiadores certificados como aptos para ser instalados bajo el revestimiento del piso, si se instalan así deben ir sobre superficies lisas y planas, siguiendo las instrucciones del fabricante y, además, deben cumplir los siguientes requisitos:

1) **Juntas de dilatación.-** Los paneles o conjunto de paneles radiadores no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de dilatación, excepto si están protegidos contra la dilatación y contracción.
2) **Conexión a los conductores.**- Los paneles o conjuntos de paneles radiadores se deben conectar al circuito ramal y al de suministro mediante métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3.
3) **Anclaje .**- Los paneles y conjuntos radiadores se deben anclar firmemente al piso mediante un adhesivo o un sistema de anclaje identificado para dicho uso.
4) **Cubiertas.**- Una vez instalados e inspeccionados los paneles o conjuntos de paneles radiadores, se permite cubrirlos mediante un revestimiento para piso que esté identificado por el fabricante como adecuado para la instalación. El revestimiento se debe sujetar al panel o conjunto de paneles radiadores mediante un adhesivo de tipo removible o por otro medio identificado para ese uso.
5) **Protección contra falla a tierra.**- Un dispositivo que abra todos los conductores no puestos a tierra que alimentan a los paneles o conjuntos de paneles radiadores, suministrado por el fabricante, debe funcionar cuando se produzca una falla de alta o baja resistencia entre fases, entre fase y conductor de puesta a tierra o entre fase y tierra, como resultado de una penetración del conjunto elemento/elemento.

NOTA.- Para esta protección puede ser necesario un blindaje integral de puesta a tierra.

SECCIÓN 426. EQUIPOS ELÉCTRICOS FIJOS EXTERIORES PARA DESHIELO Y FUSIÓN DE LA NIEVE

A. Generalidades

426-1. Alcance.- Las disposiciones de esta sección se aplican a zonas geográficas donde las condiciones climáticas así lo exijan. Los requisitos de esta Sección se aplican a sistemas de calentamiento eléctrico para deshielo y fusión de la nieve y su instalación.

a) Empotrados.- Empotrados en calles, aceras, escalones y otras áreas.
b) Expuestos.- Expuestos en sistemas de drenaje, puentes, tejados y otras estructuras.

426-2. Definiciones.- A los fines de esta Sección:

Sistema de calentamiento.- Sistema completo que consta de componentes tales como elementos calentadores, elementos de fijación, alambrado de circuito no calentadores, terminales, reguladores de temperatura, señales de seguridad, cajas de unión, canalizaciones y accesorios.

Elemento de calentamiento por resistencia.- Elemento independiente específico para generar calor y que va empotrado o sujeto a la superficie que se va a calentar.

NOTA.- Ejemplos de elementos de calentamiento por resistencia son las resistencias tubulares, resistencias planas, cables calentadores, cinta calentadora y paneles radiadores de calefacción.

Sistema de calentamiento por impedancia.- Sistema en el que el calor se genera en una barra o tubo o una combinación de barras y tubos, haciendo que pase corriente a través de la barra o tubo conectándolos directamente a una fuente de tensión de c.a. desde un transformador con devanado dual. Se permite que la barra o tubo estén empotrados en la superficie a calentar o formen el componente expuesto a calentar.

Sistema de calentamiento por efecto superficial.- Sistema en el que el calor se genera en la superficie interior de un encerramiento ferromagnético empotrado o sujeto a la superficie a calentar.

NOTA.- Normalmente, se pasa un conductor eléctricamente aislado a través de la cubierta y se conecta al otro extremo. La cubierta y el conductor aislado eléctricamente se conectan a una fuente de tensión de c.a. desde un transformador con devanado dual.

426-3. Aplicación de otras Secciones.- Son de aplicación todos los requisitos de este Código, excepto los específicamente modificados en esta Sección. Los equipos eléctricos fijos exteriores para deshielo y fusión de la nieve, conectados con cordón y clavija y destinados para este uso específico e identificados como tales, se deben instalar de acuerdo con la Sección 422. Los equipos eléctricos fijos exteriores de deshielo y fusión de la nieve que se utilicen en lugares peligrosos (clasificados), deben cumplir las Secciones 500 a 516.

426-4. Dimensionamiento del circuito ramal.- La capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal y la capacidad nominal o ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que alimenten a los equipos eléctricos fijos exteriores de deshielo y fusión de la nieve, no debe ser menor al 125 % de la carga total de los calentadores. La capacidad nominal o ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente pueden ser los establecidos en el Artículo 240-3.b).

B. Instalación

426-10. Generalidades.- Los equipos eléctricos para deshielo y fusión de nieve en exteriores deben estar identificados como adecuados para:

1) El ambiente químico, térmico y físico.
2) Su instalación de acuerdo con los planos e instrucciones del fabricante.

426-11. Uso.- El equipo eléctrico de calentamiento se debe instalar de modo que esté protegido contra daños físicos.

426-12. Protección térmica.- Las superficies externas de los equipos eléctricos de deshielo y fusión de la nieve para exteriores, que operen a temperaturas superiores a 60 °C, deben estar físicamente resguardadas, separadas o aisladas térmicamente para proteger al personal en el área del contacto con las mismas.

426-13. Identificación.- La presencia de equipos eléctricos exteriores de deshielo y fusión de la nieve se debe advertir por la colocación de señales de percusión o rótulos adecuados en lugar claramente visible.

426-14. Permiso especial.- Se permite instalar equipos eléctricos fijos de exteriores para deshielo y fusión de la nieve cuyo método de construcción, instalación sea distinto al cubierto en esta Sección, únicamente mediante permiso especial.

C. Elementos de calentamiento por resistencia

426-20. Equipos empotrados para deshielo y fusión de la nieve

a) Densidad de potencia.- Los paneles o unidades no deben superar los 1 290 W por metro cuadrado de superficie calentada.

b) Separación.- La separación entre los tramos adyacentes de cables depende de la capacidad de los cables y no debe ser menor a 25 mm en sus centros.

c) Cubierta.- Las unidades, paneles o cables se deben instalar:

1) Sobre una base firme de asfalto o mampostería de mímino 50,8 mm de espesor y se debe aplicar una capa de asfalto o mamposterías de mínimo 38 mm sobre las unidades, paneles o cables.
2) Se permite instalarlos sobre otras bases aprobadas y empotrarlos en 89 mm de mampostería o asfalto, pero no a menos de 38 mm de la superficie superior.
3) Los equipos que hayan sido investigados especialmente para otras formas de instalación, se debe instalar únicamente en la forma para la que se haya hecho la investigación.

d) Sujeción.- Mientras se aplica la capa de acabado de asfalto o mampostería, los cables, unidades y paneles deben estar sujetos mediante bastidores, separadores u otros medios aprobados.

e) Dilatación y contracción.- Los cables, unidades y paneles no se deben instalar donde formen puente sobre las juntas de dilatación, excepto si están protegidos contra la dilatación y la contracción.

426-21. Equipos expuestos para deshielo y fusión de la nieve

a) Sujeción.- Los elementos de calentamiento se deben sujetar a la superficie a calentar por medios aprobados.

b) Sobretemperatura.- Cuando el elemento de calentamiento no esté en contacto directo con la superficie a calentar, el diseño del conjunto calentador debe ser tal que no se sobrepasen su límites de temperatura.

c) Dilatación y contracción.- Los elementos y conjuntos de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de dilatación, excepto si están protegidos contra la dilatación y la contracción.

d) Capacidad de flexión.- Cuando se instalen en estructuras flexibles, los elementos y conjuntos de calentamiento deben tener una capacidad de flexión compatible con la de la estructura.

426-22. Instalación de terminales no calentadores para equipos empotrados

a) Pantalla o blindaje de puesta a tierra.- Se permite que los terminales no calentadores que tengan una pantalla o blindaje de puesta a tierra estén empotrados en mampostería o asfalto del mismo modo que el cable calentador, sin necesidad de protección adicional.

b) Canalizaciones.- Todos los terminales no calentadores excepto los de tipo TW de 25 a 150 mm y otros tipos aprobados que no tengan blindaje de tierra, deben ir metidos en tubo rígido, tubería eléctrica metálica, tubo metálico intermedio u otras canalización empotrada en el asfalto o mampostería; la distancia del empalme de fábrica hasta la canalización no debe ser menor a 25 mm ni mayor de 150 mm.

c) Pasacables.- Cuando los terminales entren en los conductos o tuberías empotradas en el asfalto o mampostería se deben utilizar pasacables aislantes.

d) Dilatación y contracción.- Los terminales deben ir protegidos en juntas de dilatación y cuando salgan de la mamposterías o asfalto a través de tubo rígido, tubería metálica eléctrica, tubo metálico intermedio, otras canalizaciones o medios aprobados.

e) Terminales en cajas de unión.- Los terminales no calentadores dentro de las cajas de unión se deben dejar con un tramo libre no menor a 150 mm.

426-23. Instalación de terminales no calentadores para equipos expuestos

a) Terminales no calentadores.- Los terminales de suministro no calentadores (terminales fríos) para los elementos de resistencia, deben ser adecuados para las temperaturas a las que vayan a funcionar. Se permite acortar los terminales no calentadores premontados de calentadores aprobados, siempre que se conserven los rótulos indicados en el Artículo 426-25. En las cajas de unión debe dejarse un tramo determina no calentador no menor a 150 mm.

b) Protección.- Los terminales de suministro no calentadores (terminales fríos) deben estar metidos en un tubo rígido, tubo metálico intermedio, tubería eléctrica metálica u otro medio aprobado.

426-24. Conexión eléctrica

a) Conexiones de los elementos calentadores.- Las conexiones eléctricas distintas a las hechas en fábrica entre elementos calentadores y no calentadores empotrados en mampostería, asfalto o sobre superficies expuestas, se deben hacer con conectores aislados identificados para ese uso.

b) Conexiones a los circuitos.- Los empalmes y terminaciones en los extremos de los terminales fríos, distintos a los hechos con los extremos de los elementos calentadores, deben ir instalados en una caja o accesorio de acuerdo con los Artículos 110-14 y 300-15.

426-25. Rotulado.- Todas las unidades calentadoras montadas en fábrica deben llevar bien visible, a menos de 76 mm de cada extremo de todos los terminales no calentadores, un símbolo de identificación permanente, el número de catálogo y sus valores nominales en V y W o en V y A.

426-26. Protección contra la corrosión.- Se permite instalar canalizaciones, blindajes de cables, cables armado, cajas, accesorios, soportes y herrajes de soporte de metales ferrosos y no ferrosos en concreto o en contacto directo con la tierra en zonas expuestas a influencias corrosivas severas, cuando estén hechos de material adecuado para esas condiciones o estén dotados de una protección contra la corrosión identificada como adecuada para esas condiciones.

426-27. Puesta a tierra

a) Masas metálicas.- Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los equipos por los cuales sea probable que pase corriente, se deben conectar equipotencialmente entre sí y poner a tierra de alguna manera especificada en la Sección 250.

b) Pantalla o blindaje de puesta a tierra.- Como parte de la sección calentadora de un cable, panel o unidad, se deben instalar medios de puesta a tierra tales como pantallas de cobre, blindaje metálico u otro medio aprobado.

426-28. Protección de los equipos.- Para los circuitos ramales a los que se conecten equipos eléctricos exteriores fijos para deshielo y fusión de nieve, se debe proporcionar protección contra falla a tierra de equipos.

D. Calentamiento por impedancia

426-30. Protección personal.- Los componentes expuestos de los sistemas de calentamiento por impedancia deben esta físicamente resguardados, separados o aislados térmicamente con un recubrimiento a prueba de intemperie para evitar el contacto con el personal en el área.

426-31. Límites de tensión.- El devanado del secundario del transformador de aislamiento conectado a los elementos de calentamiento por impedancia, no debe tener una salida con tensión nominal superior a 30 V c.a. Véase el Artículo 426-32.

Excepción: Se permite que esa tensión sea superior a 30 V pero no superior a 80 V si se instala un interruptor de circuito por falla a tierra para la protección de las personas.

426-32. Transformador de aislamiento.- Para aislar el sistema de distribución del sistema de calentamiento se debe instalar un transformador con devanado dual y con un blindaje puesto a tierra entre los devanados primario y secundario.

426-33. Corrientes inducidas.- Todos los componentes portadores de corrientes se deben instalar de acuerdo con el Artículo 300-20.

426-34. Puesta a tierra.- Un sistema de calentamiento por impedancia que opere a una tensión de más de 30 V, pero no más de 80 V, se debe poner a tierra en el punto o puntos designados.

E. Calentamiento por efecto superficial

426-40. Capacidad nominal de los conductores.- Se permite que la corriente que pase a través de los conductores aislados eléctricamente dentro de una cubierta ferromagnética, supere los valores de capacidad de corriente mostrados en la Sección 310, siempre que los conductores estén identificados como adecuados para ese uso.

426-41. Cajas de paso.- Cuando haya instaladas cajas de paso, deben ser accesibles sin necesidad de excavar, ubicándolas en bóvedas adecuadas o sobre el suelo. Las cajas de paso en exteriores deben ser de construcción hermética al agua.

426-42. Conductor sencillo en un encerramiento.- Las disposiciones del Artículo 300-20 no se deben aplicar a una instalación con un solo conductor en una cubierta ferromagnética (encerramiento metálico).

426-43. Protección contra corrosión.- Se permite instalar cubiertas electromagnéticas, canalizaciones, cajas, accesorios, soportes y elementos de soporte de metales ferrosos o no ferrosos, en concreto directo con la tierra o en zonas expuestas a influencias corrosivas severas, cuando estén hechos de material adecuado para esas condiciones o dotados de una protección contra la corrosión identificada como adecuada para esas condiciones. La protección contra la corrosión debe mantener el espesor original de las paredes de la cubierta ferromagnética.

426-44. Puesta a tierra.- La cubierta ferromagnética se debe poner a tierra en ambos extremos y además se permite ponerla a tierra en otros puntos intermedios, si así lo exige su diseño.

A los sistemas de calentamiento por efecto superficial no se aplican las disposiciones del Artículo 250-26.

NOTA.- Para los métodos de puesta a tierra, véase el Artículo 250-26.d).

F. Control y protección

426-50. Medios de desconexión.

a) Desconexión.- Todos los equipos eléctricos fijos para deshielo y fusión de la nieve deben estar dotados con un medio para desconexión de todos los conductores no puestos a tierra. Cuando sea fácilmente accesible al usuario del equipo, se permite que el interruptor o el interruptor automático del circuito ramal sirca como medio de desconexión. Los interruptores utilizados como medio de desconexión deben ser del tipo indicador.

b) Equipo conectado con cordón y clavija.- Se permite como medio de desconexión la clavija instalada en fábrica de un equipo conectado con cordón y clavija de 20 A nominales o menos y 150 V o menos a tierra.

426-51. Controladores

a) Controlador de temperatura con posición de "Apagado" ("Off").- Los dispositivos de interrupción controlados por temperatura que lleven indicada su posición de "Apagado" e interrumpen la corriente de línea, deben abrir todos los conductores no puestos a tierra cuando el dispositivo controlador esté en esa posición. No se permite que estos dispositivos sirvan como medio de desconexión, excepto si se pueden bloquear en posición de desconexión.

b) Controlador de temperatura sin posición de "Apagado" ("Off").- No es necesario que los dispositivos de interrupción controlados por temperatura que no tengan posición de "Apagado" abran todos los conductores no puestos a tierra y no se permite que este dispositivo se utilice como medio de desconexión.

c) Controlador remoto de temperatura.- No es necesario que los dispositivos remotos controlados por temperatura cumplan los requisitos del Artículo 426-51.a). No se permite utilizar estos dispositivos como medio de desconexión.

d) Dispositivos de interrupción combinados.- Los dispositivos de interrupción combinados, consistentes en dispositivos accionados por temperatura e interruptores controlados manualmente, que sirvan al mismo tiempo como controladores y medio de desconexión, deben cumplir todas las siguientes condiciones:

1) Abrir todos los conductores no puestos a tierra cuando pongan manualmente en posición de "Apagado".

2) Estar diseñados de modo que, una vez puesto el interruptor manualmente en posición de "Apagado", el circuito no se pueda energizar automáticamente.

3) estar dotados de bloqueo en posición de "Apagado".

426-52. Protección contra sobrecorriente.- Se permite que lo equipos eléctricos exteriores fijos para deshielo y fusión de la nieve estén protegidos contra sobrecorriente cuando estén alimentados desde un circuito ramal, como establece el Artículo 426-4.

426-54. Equipos para deshielo y fusión de la nieve conectados por cordón y clavija.- Los equipos para deshielo y fusión de la nieve conectados por cordón y clavija deben estar certificados.

SECCIÓN 427. EQUIPOS ELÉCTRICOS FIJOS DE CALENTAMIENTO PARA TUBERÍAS Y RECIPIENTES

A. Generalidades

427-1. Alcance.- Los requisitos de esta Sección se aplican a sistemas de calentamiento eléctricos y a la instalación de esos sistemas cuando se emplean con tuberías, recipientes o ambos.

427-2. Definiciones.- Para los fines de esta Sección:

Elemento de calentamiento por resistencia: Elemento específico independiente para generar el calor que se aplica interna o externamente a la tubería o recipiente.

NOTA.- Ejemplos de elementos de calentamiento por resistencia con los calentadores tubulares, calentadores planos, cables calentadores, cinta calentadora y mantas calentadoras.

Recipiente: Envase tal como un barril, tambor o tanque para contener líquidos u otros materiales.

Sistema de calentamiento integrado: Sistema completo consistente en componentes como tuberías, recipientes, elementos de calentamiento, medio de transmisión de calor, aislamiento térmico, barreras antihumedad, terminales no calentadores, controladores de temperatura, señales de seguridad, cajas de unión, canalizaciones y accesorios.

Sistema de calentamiento por efecto superficial: Sistema en el que se genera calor en la superficie interior de una cubierta ferromagnética unida a una tubería y/o recipiente.

NOTA.- Normalmente se para un conductor eléctricamente aislado a través de la cubierta y se conecta a esta al otro extremo. La cubierta y el conductor aislado eléctricamente se conectan a una fuente de tensión de c.a. desde un transformador con devanado dual.

Sistema de calentamiento por impedancia: Sistema en el que se genera calor en la pared de una tubería o recipiente haciendo fluir una corriente a través de la pared de esa tubería o recipiente, conectándola directamente a una fuente de tensión de c.a. desde un transformados con devanado dual.

Sistema de calentamiento por inducción: Sistema en el cual se genera calor en la pared de una tubería o recipiente induciendo una corriente y del efecto histéresis que se produce en la pared de la tubería o recipiente conectada a una fuente externa aislada de campo en c.a.

Tubería: Tramo de tubos incluyendo bombas, válvulas, bridas, dispositivos de control, filtros y/o equipos similares para el transporte de fluidos.

427-4. Dimensionamiento del circuito ramal.- La capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal y la capacidad nominal o ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que alimenten a los equipos eléctricos fijos de calentamiento para tuberías y recipientes, no debe ser menor que el 125 % de la carga nominal o ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente esté de acuerdo con lo establecido en el Artículo 240-3.b).

B. Instalación

427-10. Generalidades.- Los equipos eléctricos de calentamiento para tuberías y recipientes deben estar identificados como adecuados para: 1) el ambiente físico, químico y térmico y 2) instalarse siguiendo los planos e instrucciones del fabricante.

427-11. Uso.- El equipo eléctrico de calentamiento se debe instalar de modo que esté protegido contra daños físicos.

427-12. Protección térmica.- Las superficies externas de los equipos eléctricos de calentamiento para tuberías y recipientes que funciones a temperaturas superiores a 60 °C, deben estar físicamente resguardadas, separadas o aisladas térmicamente para proteger al personal en el área del contacto con las mismas.

427-13. Identificación.- La presencia de equipos eléctricos de calentamiento de tuberías o recipientes o ambos, se debe advertir por la colocación de señales de precaución o rótulos visibles, a intervalos frecuentes a los largo de la tubería o recipiente.

C. Elementos de calentamiento por resistencia

427-14. Fijación.- Los conjuntos de elementos de calentamiento por resistencia se deben sujetar a la superficie que se quiera calentar por medios de no sean aislantes térmicos.

427-15. Sin contacto directo.- Cuando el elemento de calentamiento no esté en contacto directo con la tubería o recipiente a calentar, se debe instalar un medio adecuado que evite la sobretemperatura del conjunto calentador, a no ser que el diseño del conjunto de calentamiento sea tal que sus límites de temperatura no sean excedidos.

427-16. Dilatación y contracción.- Los elementos y conjuntos de calderas no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de dilatación, a menos que estén protegidos contra la dilatación y la contracción.

427-17. Capacidad de flexión.- Cuando se instalen en tuberías flexibles, los elementos y conjuntos de calentamiento deben tener una capacidad de flexión compatible con la de la tubería.

427-18. Terminales de suministro

a) Terminales no calentadores.- Los terminales de suministro no calentadores (terminales fríos) de los elementos de resistencia, deben ser adecuados para las temperaturas a las que vayan a funcionar. Se permite acortar los terminales no calentadores premontados de elementos de calentamiento aprobados, siempre que se conserven los rótulos indicados en el Artículo 426-25. En las cajas de unión deben dejarse tramos de terminales no calentadores no menores a 150 mm.

b) Protección de los terminales de suministro.- Cuando salgan de los equipos de calentamiento de tuberías o recipientes calentadores eléctricamente, los terminales de suministro se deben proteger mediante tubo de metal rígido, tubo metálico, intermedio, tuberías eléctricas metálicas u otras canalizaciones identificadas como adecuadas para esa aplicación.

c) Terminales de interconexión.- Se permite que los terminales no calentadores que interconectan diversas partes del sistema de calentamiento, estén cubiertos por un aislante térmico en la misma forma que los calentadores estén cubiertos por un aislante térmico en la misma forma que los calentadores.

427-19. Conexiones eléctricas

a) Interconexiones no calentadoras.- Las interconexiones no calentadoras, cuando deban estar bajo aislante térmico, se deben hacer con conectores aislados identificados como adecuados para ese uso.

b) Conexiones de circuitos.- Los empalmes y terminaciones en el exterior del aislante térmico, deben ir instalados en una caja o accesorio, de acuerdo, con los Artículos 110-14 y 300-15.

427-20. Rotulado.- Todas las unidades calentadoras montadas en fábrica deben llevar un rótulo legible, a menos de 76 mm de cada extremo de todos los terminales no calentadores, que incluyan un símbolo de identificación permanente, el número de catálogo y sus valores nominales en voltios y vatios (V y W) o en voltios y amperios (V y A).

427-21. Puesta a tierra.- Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los equipos que se puedan llegar a energizar, se deben poner a tierra como lo exige la Sección 250.

427-22. Protección de los equipos.- Todos los circuitos ramales que alimenten equipos eléctricos de calentamiento, deben estar dotados de protección contra falla a tierra de equipos.

> *Excepción: En instalaciones industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo acceden a la instalación personas calificadas y sea necesario que los equipos funcionen continuamente para la seguridad de los equipos o procesos. En ese caso es necesaria una indicación de alarma de falla a tierra.*

427-23. Cubierta metálica.- Los equipos de calentamiento deben tener una cubierta metálica puesta a tierra, que cumpla alguno de los siguientes apartados a) o b):

a) Cables o alambres calentadores.- Los cables o alambres calentadores deben tener una cubierta metálica puesta a tierra que rodee al elemento calentador y al bus de alambres, si los hubiera, así como su aislamiento eléctrico.

b) Paneles calentadores.- Los paneles calentadores deben tener una cubierta metálica puesta a tierra sobre el elemento calentador y su aislante eléctrico por el lado opuesto al que va unido a la superficie a calentar. La cubierta metálica debe tener una trayectoria de puesta atierra eficaz.

D. Calentamiento por impedancia

427-25. Protección personal.- Las superficies accesibles externas de las tuberías y recipientes a calentar deben estar físicamente resguardados, separados o asilados térmicamente (con un recubrimiento a prueba de intemperie en las instalaciones exteriores), para evitar el contacto con el personal en el área.

427-26. Limites de tensión.- El devanado del secundario del transformador de aislamiento (Artículo 427-27) conectado a la tubería o recipiente a calentar, no debe tener una salida nominal superior a 30 V c.a.

Excepción: Se permite que esa tensión sea superior a 30 V, pero no superior a 80 V, si se proporciona protección personal mediante interruptor de circuito por falla a tierra.

427-27. Transformador de aislamiento.- Para aislar el sistema de distribución del sistema de calentamiento se debe instalar un transformador de doble devanado (dual) con un blindaje puesto a tierra entre los devanados primario o secundario.

427-28. Corrientes inducidas.- Todos los componentes portadores de corriente se deben instalar de acuerdo con el Artículo 300-20.

427-29. Puesta a tierra.- La tubería, el recipiente o ambos, a ser calentados y que operen a más de 30 V y a no más de 80 V, se deben poner a tierra en el punto o puntos designados.

427-30. Dimensionamiento de los conductores del secundario.- La capacidad de corriente de los conductores conectados al secundario del transformador debe ser como mínimo el 100 % de la carga total del calentador.

E. Calentamiento por inducción

427-35. Alcance.- Esta parte trata de la instalación de equipos de calentamiento por inducción a la frecuencia de la red, para tuberías, recipientes y sus accesorios.

NOTA.- Para otras aplicaciones, véase la Sección 665.

427-36. Protección personal.- Las bobinas de inducción que funcionan o puedan funcionar a tensiones superiores a 30 V c.a., deben ir alojadas en encerramientos no metálicos o metálicos divididos, en sitios separados o inaccesibles, para proteger al personal que pueda estar en el área.

427-37. Corriente inducida.- Se debe evitar que las bobinas de inducción produzcan corrientes circulantes inducidas en equipos metálicos, soportes o estructuras próximas blindando o aislando física o eléctricamente a las trayectorias de corriente. Las partes donde se puedan producir corrientes parásitas se deben conectar equipotencialmente para evitar la formación de arcos.

F. Calentamiento por efecto superficial

427-45. Capacidad de corriente de los conductores.- Se permite que la capacidad de corriente de un conductor aislado eléctricamente dentro de una cubierta ferromagnética, supere los valores dados en la Sección 310, siempre que el conductor esté identificado como adecuado para ese uso.

427-46. Cajas de paso.- Cuando haya instaladas cajas de paso para halar el conductor aislado eléctricamente en una cubierta ferromagnética, se permite que estén enterradas bajo el aislante térmico, siempre que su posición esté indicada por rótulos permanentes en la superficie de la cubierta aislante y en los planos. Las cajas de paso instaladas en exteriores deben ser herméticas al agua.

427-47. Un solo conductor en un encerramiento.- Lo establecido en el Artículo 300-20 no se debe aplicar a una instalación con un solo conductor en una cubierta ferromagnética (encerramiento metálico).

427-48. Puesta a tierra.- La cubierta ferromagnética se debe poner a tierra en ambos extremos y además se permite ponerla a tierra en otros puntos intermedios se así lo exige su diseño. Para asegurar la continuidad eléctrica, la cubierta ferromagnética debe conectar equipotencialmente en todas sus uniones o juntas.

A los sistemas de calentamiento por efecto superficial no se aplican las disposiciones del Artículo 250-26.

NOTA.- Para los métodos de puesta a tierra, véase el Artículo 250-26.d)

G. Control y protección

427-55. Medios de desconexión

a) Interruptor o interruptor automático.- Todos los equipos eléctricos fijos para calentamiento de tuberías y recipientes deben estar dotados con un medio de desconexión para todos los conductores no puestos a tierra. Cuando sea fácilmente accesible al usuario del equipo, se permite que el interruptor o interruptor automático del circuito ramal sirva como medio de desconexión. Los interruptores utilizados como medio de desconexión deben ser del tipo indicador e ir dotados de un dispositivo de bloqueo en su posición de "Apagado".

b) Equipo conectado con cordón y clavija.- Se permite utilizar como medio de desconexión la clavija instalada en fábrica de un equipo conectado con cordón y clavija de 20 A nominales o menos y 150 V o menos a tierra.

427-56. Controles

a) Control de temperatura con posición de "Apagado".- Los dispositivos de interrupción controlados por la temperatura que llevan indicada la posición de "Apagado" e interrumpan la corriente de línea, deben abrir todos los conductores no puestos a tierra cuando el dispositivo de control esté en esa posición de "Apagado". No se permite que estos dispositivos sirvan como medio de desconexión, excepto si se pueden bloquear en posición de "Apagado".

b) Control de temperatura sin posición de "Apagado".- No es necesario que los dispositivos de interrupción controlados por temperaturas, que no tengan posición de "Apagado" abran todos los conductores no puestos a tierra y no se permite que este dispositivo se utilice como medio de desconexión.

c) Controlador remoto de temperatura.- No es necesario que los dispositivos de control remoto accionados por la temperatura cumplan los requisitos del Artículo 427-56.a) y b). No se permite utilizar estos dispositivos como medio de desconexión.

d) Dispositivos de interrupción combinados.- Los dispositivos de interrupción combinados, consistentes en dispositivos accionados por la temperatura e interruptores controlados manualmente que sirvan al mismo tiempo como controladores y medio de desconexión, deben cumplir todas las siguientes condiciones:

1) Abrir todos los conductores no puestos a tierra cuando se pongan manualmente en posición de “Apagado”.

2) Estar diseñados de modo que una vez puesto el interruptor manualmente en posición de “Apagado”, el circuito no se pueda energizar automáticamente.

3) Estar dotados de un dispositivo de bloqueo en posición de “Apagado”.

427-57. Protección contra sobrecorriente.- Se considera que los equipos eléctricos de calentamiento están protegidos contra sobrecorriente cuando se alimentan desde un circuito ramal, como establece el Artículo 427-4.

SECCIÓN 430. MOTORES, CIRCUITOS DE MOTORES Y CONTROLADORES

A. Generalidades

430-1. Alcance.- Esta Sección trata de los motores, de los conductores de los alimentadores y circuitos ramales y de su protección de los motores contra sobrecargas, de los circuitos de control de motores, de los controladores de motores y de los centros de control de motores.

<u>Excepción</u>:

1) Los requisitos de instalación de los centros de control de motores se trata en el Artículo 384-4.

2) Los equipos de refrigeración y aire acondicionado se tratan en la Sección 440.

430-2. Sistemas para manejo de velocidad variable.- El circuito ramal de entrada o alimentador para equipos de conversión de potencia incluidos como parte de un sistema para manejo de velocidad variable, deben basarse en opacidad nominal de entrada al equipo de conversión de potencia. Cuando el equipo de conversión de potencia esté rotulado que incluye protección contra sobrecarga, no es necesaria protección adicional contra sobrecarga.

NOTA.- La Figura 430-1 es solamente para información
Parte A. Generalidades. Artículos 430-1 a 430-18.
Parte B. Conductores del circuito del motor, Artículos 430-221 a 430-29.
Parte C. Protección del motor y del circuito ramal contra sobrecargas, Artículos 430-31 a 430-44.
Parte D. Protección del circuito ramal del motor contra cortocircuitos y fallas a tierra, Artículos 430-51 a 430-58.
Parte E. Protección del alimentador del motor contra cortocircuitos y fallas a tierra, Artículos 430-61 a 430-63.
Parte F. Circuitos de control del motor, Artículos 430-71 a 430-74.
Parte G. Controladores del motor, Artículos 430-81 a 430-91.
Parte H. Centro de control de motores, Artículos 430-92 a 430-98.
Parte I. Medios de desconexión, Artículos 430-101 a 430-113.
Parte J. Requisitos para tensiones mayores a 600 V nominales, Artículos 430-121 a 430-127.
Parte K. Protección de partes energizadas en todas las tensiones, Artículos 430-131 a 430-133.
Parte L. Puesta a tierra, todas las tensiones, Artículos 430-141 a 430-145.
Parte M. Tablas, Tablas 430-17 a 430-152.

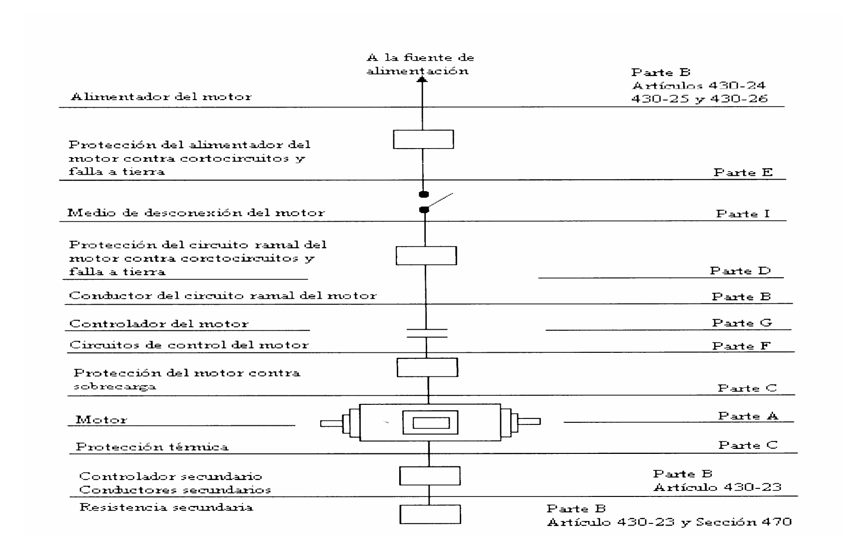


FIGURA 430-1

Se permite que el medio de desconexión esté en la línea de entrada al equipo de conversión y debe tener una capacidad nominal no menor al 115 % de lo corriente nominal de entrada del equipo de conversión.

NOTA.- La interacción de las corrientes no senoidales de este tipo de cargas con condensadores de corrección de factor de potencia puede dar lugar a resonancia eléctrica.

430-3. Motores con devanados divididos.- Un motor de inducción o sincrónico con devanado de arranque dividido es un motor dispuesto para ponerse en marcha energizando primero parte del devanado primario (inducido o armadura) y energizando posteriormente el resto del devanado en uno o más pasos. Un motor de inducción con devanado de arranque dividido estándar es un motor dispuesto de modo que inicialmente se energiza la mitad de su devanado primario y posteriormente la otra mitad, en cuyo caso las dos mitades llevan corrientes iguales. No se considera como motor de inducción con devanado de arranque dividido, el motor del compresor con circuito hermético del refrigerante.
Cuando se utilicen dispositivos de protección contra sobrecargas separados con un motor de inducción con devanado de arranque dividido estándar, cada mitad del devanado del motor debe estar protegida individualmente con un dispositivo cuya corriente de disparo sea la mitad de la especificada, de acuerdo con los Artículos 430-32 y 430-37.
Todas las conexiones del devanado del motor deben tener protección contra cortocircuitos y contra falla a tierra en el circuito ramal, de una capacidad nominal no mayor que la mitad de lo especificado en el Artículo 430-52.

> *<u>Excepción</u>: Se permite utilizar solo dispositivo de protección contra cortocircuitos y contra falla a tierra para los dos devanados, si el dispositivo permite que el motor se ponga en marcha. Cuando se utilicen fusibles del tipo de retardo (elemento dual), deben tener una capacidad nominal que no supere el 150 % de la corriente del motor a plena carga.*

430-5. Otras Secciones.- Los motores y controladores deben cumplir también con las disposiciones establecidas en las Secciones y los Artículos, relacionados a continuación:

	Sección	**Artículo**
Ascensores, montacargas, escaleras y pasillos mecánicos, elevadores de sillas de ruedas y escaleras para sillas.	620	
Bombas contra incendios	695	
Condensadores		460-8 y 460-9
Equipos de refrigeración y aire acondicionado	440	
Estudios cinematográficos, de televisión y lugares similares	530	
Garajes comerciales, hangares de aviación, gasolineras y estaciones de servicio, plantas	511, 513, 514 515, 516 y	

de distribución de combustibles, procesos de pintura por rociado, inmersión y recubrimiento, lugares de anestesia por inhalación	517 Parte D	
Grúas y elevadores	610	
Lugares clasificados	500 hasta 503	
Maquinaria industrial	670	
Máquinas de riego accionada o controladas electrónicamente	675	
Proyectores cinematográficos		540-11 y 540-20
Resistencias y reactancias	470	
Teatros, áreas de audiencia de estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares		520-48
Transformadores y cuartos de transformadores	450	

430-6. Determinación de la capacidad nominal de corriente de los motores.- La sección transversal de los conductores que alimentan los equipos de los que trata esta Sección, se debe elegir según las Tablas 310-16 hasta 310-19 o calcular de acuerdo con el Artículo 310-15.b). La capacidad de corriente nominal y otros parámetros nominales requeridos de los motores se deben determinar como se especifica en los siguientes apartados a) hasta c):

a) Motores para aplicaciones generales.- Para motores distintos de los de par (baja velocidad) especificados en el apartado b) y los de voltaje variable en c.a. del apartado c), cuando se utilice la capacidad nominal de un motor para determinar la de los conductores o interruptores dispositivos de protección del circuito ramal contra cortocircuitos y falla a tierra, etc., se deben utiliza los valores de las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 y 430-150, incluidas las notas, en lugar de la corriente nominal rotulada en la placa de características del motor. La protección independiente del motor contra sobrecargas se debe calcular de acuerdo con la corriente nominal en la placa de características del motor. Cuando un motor esté rotulado en Amperios (A) y no el vatios o caballos (W o HP), se supone que su potencia en vatios o en caballos (W o HP) es la correspondiente a los valores dados en las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 y 430-150, interpolando si fuera necesario.

Excepciones:

1) *Los motores de velocidades múltiples deben cumplir lo establecido en ellos Artículos 430-22.a) y 430-52.*
2) *Los equipos que utilicen un motor con polo sombreado o con condensador permanente dividido para ventilador o soplador, rotulado con el tio de motor, para determinar la capacidad nominal u otros valores nominales del medio de desconexión, los conductores del circuito ramal, el controlador, el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuitos y falla a tierra y la protección independiente contra sobrecargas, se debe tomar la corriente a plena carga de dicho motor del ventilador o soplador, en lugar de los vastios nominales (W) o caballos (HP). Este valor rotulado en la placa de características de los equipos no debe ser menor que el de la corriente nominal rotulada en la placa de características del motor ventilador o soplador.*

b) Motores de par (baja velocidad).- Para los motores de par, la capacidad nominal debe ser la corriente con el rotor bloqueado; la corriente de la placa de características se debe tomar para determinar la capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal, cubierta por los Artículos 430-22 y 430-24, la capacidad nominal del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga y la del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga y la del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuitos y falla a tierra, de acuerdo con el Artículo 430-52.b).

NOTA.- Para los controladores de desconexión de los motores, véase los Artículos 430-83 Excepción No. 4 y 430-110.

c) Motores con tensión variable en c.a. .- Para los motores utilizados en c.a., tensión variable y sistemas de tracción de par variable, la capacidad nominal de los conductores de los interruptores y dispositivos de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, etc., se debe basar en la capacidad máxima de funcionamiento rotulada en la placa de características del motor, del controlador o de ambos. Si dicha capacidad nominal no consta en la placa de características, el valor de la capacidad nominal debe ser el 150 % de los valores dados en las Tablas 430-149 y 430-150.

430-7. Rotulado de motores y equipos con varios motores

a) Motores para uso normales.- Un motor debe estar rotulado con la siguiente información:

1) Nombre del fabricante.
2) V y A nominales a plena carga. En motores de vehículos múltiples, los A nominales a plena carga para cada velocidad, excepto en los de polo sombreado o los de condensador permanentemente dividido, en los que los A deben ser únicamente los correspondientes a la velocidad máxima.
3) Frecuencia nominal y número de fases en los motores de corriente alterna.
4) Velocidad nominal a plena carga.
5) Aumento nominal de temperatura o clase del sistema de aislamiento y temperatura ambiente nominal.
6) Tiempo nominal de funcionamiento. Este parámetro debe ser 5, 15, 30 o 60 minutos o continuo.
7) Potencia nominal en vatios o caballos (W o HP) para los motores de 93,2 W (1/8 HP) en adelante. Para los motores de velocidad múltiple de 93,2 W (1/8 HP) en adelante, los vatios o caballos (W o HP) correspondientes a cada velocidad, excepto en los de polo sombreado o los de condensador permanentemente dividido, en los que los vatios o caballos (W o HP) deben ser únicamente los correspondientes a la velocidad máxima. No es necesario que aparezcan los vatios o caballos nominales (W o HP) en los motores de soldadores de arco.
8) En los motores de c.a. de 372,9 W (1/2 HP) nominales en adelante, la letra de código o amperios (A) con el rotor bloqueado. En los motores polifásicos de rotor devanado, se debe omitirla letra de código.

NOTA.- Véase el siguiente apartado b).

9) La letra de diseño en los motores con diseño B, C, D o E.

NOTA.- Las letras de diseño son diferentes a las letras código. La definición de las letras de diseño se encuentra en Motors and Generators, part I, Definitions, ANSI/NEMA MG 1-1993 y en el Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms, ANSI/IEEE 100 1992.

10) En los mototes de inducción de otro devanado, los voltios del secundario y los amperios a plena carga.
11) En los motores sincrónicos excitados con c.c., la corriente y tensión de campo.
12) Devanado: en los motores de corriente continua derivación normal, derivación estabilizado, compuesto o serie. No es necesario que esté rotulado en los motores de c.c. de potencia nominal fraccionada (menos de 745,7 W o 1 HP) y de un diámetro máximo de 180 mm.
13) Los motores dotados con protección térmica que cumpla los requisitos de los Artículos 430-32.a).2) o c).2), se deben rotular con “Protegido Térmicamente” (“Thermally Protected”). Se permite que los motores protegidos térmicamente de 100 W nominales o menos, que cumplan lo establecido en el Artículo 430-32.c).2) lleven el rótulo abreviado “P.T.” (“T.P.”).
14) Un motor que cumpla lo establecido en el Artículo 430-32.c).4) debe llevar la inscripción “Protegido por impedancia” (“Impedance Protected”). Se permite que los motores protegidos contra impedancia de 100 W nominales o menos, que cumplan lo establecido en el Artículo 430-32.c).4), lleven el rótulo abreviado “P.I.” (“Z.P.”).

b) Letras de código indicadores para rotor bloqueado.- Las letras de código, rotuladas en las placas de características de los motores, para indicar la entrada del motor con rotor bloqueado deben cumplir lo establecido en la Tabla 430-7.b).

La letra de código indicando la entrada del motor con rotor bloqueado , debe aparecer en un lugar especial de la placa de característica debidamente designado.

1) Los motores de velocidad de múltiples deben estar rotulados con la letra de código que designe los kVA por kilovatio o caballo (kW o HP) con rotor bloqueado, a la máxima velocidad a la máxima velocidad a la cual se puede arrancar el motor.

Excepción: Los motores de múltiples velocidades y potencia constante deben ir rotulados con la letra de código indicativa del número máximo de kVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado.

2) Los motores de una sola velocidad que arrancan conectados en estrella (Y) y funcionan conectados en delta (Δ), deben ir rotulados con la letra de código correspondiente a los kVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado para la conexión en estrella.
3) Los motores de tensión dual que tengan distintos kVA por vatio o caballo con rotor bloqueado para cada tensión, deben ir rotulados con la letra de código correspondiente a la tensión que produzca el número máximo de kVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado.
4) Los motores a frecuencia nominal de 60 y 50 Hz deben ir rotulados con una letra de código que indique los KVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado a 60 Hz.
5) Los motores con arranque a devanado parcial deben ir rotulados con la letra de código que designe los KVA por kilovatios o caballo con rotor bloqueado a la corriente a rotor bloqueado correspondiente a todo el devanado del motor.

TABLA 430-7.b) Letras de código indicadores para rotor bloqueado

Letra de código	kVA por kilovatio (kW) con el rotor bloqueado	kVA por caballo (HP) con el rotor bloqueado
A	0 – 4,21	0 – 3,14
B	4,22 – 4,75	3,15 – 3,54
C	4,76 – 5,35	3,55 – 3,99
D	5,36 – 6,02	4,0 – 4,49
E	6,03 – 6,69	4,5 – 4,99
F	6,70 – 7,49	5,0 – 5,59
G	7,50 – 8,43	5,6 – 6,29
H	8,44 – 9,50	6,3 – 7,09
I	9,51 – 10,71	7,1 – 7,99
K	10,72 – 12,05	8,0 – 8,99
L	12,06 – 13,39	9,0 – 9,99
M	13,40 – 15,00	10,0 – 11,19
N	15,01 – 16,74	11,2 – 12,49
P	16,75 – 18,75	12,5 – 13,99
R	18,76 – 21,43	14,0 – 15,99
S	21,44 – 24,16	16,0 – 17,99
T	24,17 – 26,80	18,0 – 19,99
U	26,81 – 30,01	20,0 – 22,39
V	30,02 y más	22,4 y más

c) Motores de par (baja velocidad).- Los motores de par se designan para operación en parada (reposo) y debe ir rotulados de acuerdo con el anterior apartado a).

Excepción: El par con rotor bloqueado debe reemplazar la designación de potencia en W o HP.

d) Equipos con varios motores y cargas combinadas

1) Los equipos con varios motores y cargas combinadas deben llevar una placa visible con el nombre del fabricante, su voltaje nominal en V, frecuencia nominal, número de fases, capacidad de corriente mínima de los conductores del circuito de suministro y la máxima corriente nominal del dispositivo de protección del circuito contra cortocircuitos y falla a tierra. La capacidad de corriente de los conductores se debe calcular según el Artículo 430-24, contando todos los motores y las demás cargas que puedan operar al mismo tiempo. La capacidad nominal del dispositivo de protección contra cortocircuitos y falla a tierra no debe ser superior a la calculada de acuerdo con el Artículo 430-53. Los equipos con varios motores que se vayan a utilizar conectados a dos o más circuitos, deben llevar rotulada toda la información dada anteriormente para cada uno de los circuitos.
2) Cuando el equipo no venga alambrado de fábrica y las placas de características individuales de los motores y otras cargas queden visibles después del montaje de los equipos, se permite que las placas de cada motor y equipo sirvan como los rótulos exigidos.

430-8. Rotulado en controladores.- Un controlador debe llevar rotulado el nombre o identificación del fabricante, el voltaje, la corriente o potencia nominales y todos los demás datos necesarios que indiquen adecuadamente los motores para los que son adecuados. Un controlador que incluya un dispositivo de protección de los motores contra sobrecargas, adecuado para aplicaciones a varios motores, debe ir rotulado con la protección de los motores contra sobrecarga y la máxima protección contra cortocircuitos y falla a tierra del circuito ramal para dichas aplicaciones.

Los controladores combinados que utilicen interruptores automáticos ajustables de disparo instantáneo, deben ir claramente rotulados indicando los valores de ajuste de corriente para elemento de disparo ajustable.

Cuando un controlador vaya incorporado a un motor, formando parte integral del mismo o de un grupo motogenerador, no es necesario que el controlador vaya rotulado si los datos necesarios están en la placa de características del equipo. Para controladores que formen parte integral de equipos aprobados como una sola unidad, se permite que los rótulos anteriores aparezcan en la placa de características del equipo.

430-9. Terminales

a) Rótulos.- Los terminales de los motores y controladores deben estar adecuadamente rotulados o coloreados cuando sea necesario para indicar las conexiones.

b) Conductores.- Los controladores de motores y los terminales de los dispositivos de control se deben conectar con conductores de cobre, excepto si están identificados para usar con otro tipo de conductores.

c) Pares de apriete.- Los dispositivos de los equipos de control con terminales tipo tornillo de presión que se utilicen con conductores de cobre con sección transversal de 2,08 mm^2 (14 AWG) o menor, deben apretarse con par mínimo de 0,79 N-m, excepto si están identificados para otro valor par.

430-10. Espacio para alambrado en encerramientos

a) Generalidades.- Los encerramientos de controladores y medios de conexión de motores no se deben utilizar como cajas de unión, canaletas auxiliares o canalizaciones de los conductores alimentadores que las atraviesen o se deriven para otros aparatos, a menos que se utilicen diseños que proporcionen el espacio adecuado para ese uso.

NOTA.- Para los encerramiento de interruptores y dispositivos de protección contra sobrecorriente, véase el Artículo 378-8.

b) Espacio para doblado de alambrado en encerramientos.- El espacio mínimo para doblado del alambrado dentro de los encerramientos de controladores de motores debe cumplir lo establecido en la Tabla 430-10.b) cuando se mide en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del alambre (en la dirección en que el alambre sale del terminal) hasta la pared o barrera. Cuando se utilice otra terminación alternativa del alambre en lugar de la suministrada por el fabricante del controlador, debe ser de un tipo identificado por el fabricante para usarlo con ese controlador y no debe reducir el espacio mínimo necesario para doblado de los alambres.

430-11. Protección contra los líquidos.- Se deben colocar resguardos o encerramientos adecuados para proteger las partes expuestas portadoras corriente de los motores y el aislante de los terminales de los motores, cuando se instalen directamente bajo los equipos o en otros lugares donde pueda salpicar o chorrear aceite, agua u otros líquidos perjudiciales, a no ser que el motor esté diseñado para las condiciones existentes.

TABLA 430-10.b). Espacio mínimo para doblado del alambrado en los terminales de controladores de motores en encerramientos (en cm)

Sección transversal del alambre		Alambres por terminal *	
mm²	**AWG o kcmils**	**1**	**2**
2,08 – 5,25	14 – 10	No especificado	....
8,36 – 13,29	8 – 6	3,8	....
21,14 – 26,66	4 – 3	5,1	....
33,62	2	6,4	....
42,20	1	7,6	....
53,50	1/0	12,7	12,7
67,44	2/0	15,2	15,2
85,02 – 107,21	3/0 – 4/0	17,8	17,8
126,67	250	20,3	20,3
152,01	300	25,4	25,4
177,34 – 253,35	350 – 500	30,5	30,5
304,02 – 354,69	600 – 700	35,6	40,6
380,02 – 456,03	750 – 900	45,7	48,3

* Cuando esté previsto que haya tres o más alambres por terminal, el espacio mínimo para doblado debe cumplir los requisitos de la Sección 373

430-12. Cajas para terminales de motores

a) Material.- Cuando los motores estén dotados de cajas para los terminales, éstas deben estar hechas de metal y ser de construcción sólida.

Excepción: En lugares que no sean peligrosos (clasificados), se permite utilizar cajas no metálicas, sólidas e incombustibles, dotadas en su interior de un medio para puesta a tierra entre la carcasa del motor y la conexión de puesta a tierra de los equipos.

b) Dimensiones y espacio – Conexiones entre alambres.- Cuando estas cajas de terminales contengan conexiones entre alambres, deben tener las dimensiones y el volumen útil mínimos establecidos en la Tabla 430-12.b).

TABLA 430-12.b). Cajas de terminales para conexiones entre alambres. Motores de 28 cm (11 pulgadas) de diámetro o menos.

kW	HP	Abertura de la tapa, dimensión mínima (cm)	Volumen útil mínimo (cm^3)
Hasta 0,746 *	Hasta 1 *	5,7	172,1
1,119, 1,494 y 2,238 **	1 ½ , 2 y 3 **	6,4	273,3
3,73 y 5,595	5 y 7 ½	7,2	367,1
7,46 y 11,19	10 y 15	8,9	596,5

* En los motores hasta de 746 W (1 HP) con la caja de terminales parcial o totalmente integrada en el armazón o extremo blindado del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser menor a 18,3 cm^3 por conexiones entre alambres. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la tapa.

** En los motores de 1,119, 1,494 y 2,238 kW (1 ½ , 2 y 3 HP) nominales con la caja de los terminales total o parcialmente integrada en el armazón o extremo blindado del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser menor a 22,9 cm^3 para conexiones entre alambres. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la tapa.

Motores de corriente alterna con más de 28 cm (11 pulgadas) de diámetro

Corriente máxima a plena carga de motores trifásicos con un máximo de 12 terminales (A)	Dimensión mínima de la caja de terminales (cm)	Volumen útil mínimo (cm)	Potencia máxima típica (Motores trifásicos)			
			230 V		460 V	
			kW	HP	kW	HP
45	8,9	596,5	20,1	15	40,2	30
70	11,7	1 261,8	33,5	25	67,0	50
110	14,2	2 294,2	53,6	40	100,5	75
160	17,8	4 129,5	80,4	60	167,6	125
250	21,3	1 374,2	134,0	100	268,1	200
400	24,8	13 765,1	201, 1	150	402,1	300
600	28,5	25 236,1	335,1	250	670,2	500

Motores de corriente continua

Corriente máxima a plena carga para motores con un máximo de 6 terminales (A)	Dimensión mínima de la caja de terminales (cm)	Volumen útil mínimo
68	6,4	426
105	8,4	901,3
165	10,2	1 638,7
240	12,7	2 949,7
375	15,2	5 407,7
600	17,8	9 832,2
90	20,3	18 025,8

Los terminales auxiliares de elementos como frenos, termostatos, calefacción de ambiente, campos de excitación, etc., se pueden despreciar si su área portadora de corriente no supera el 25 % de los terminales de fuerza de las máquinas.

c) Dimensiones y espacio. Conexiones con terminales fijos.- Cuando las cajas de los terminales contienen terminales de motores montados rígidamente, la caja debe ser de un tamaño suficiente para proporcionar el espacio mínimo para los terminales y volúmenes útiles de acuerdo con las Tablas 430-12.c).1) y 430-12.c).2).

TABLA 430-12.c).1). Espaciamiento para los terminales. Terminales fijos

Voltaje nominal (V)	Espaciamiento mínimo (mm)	
	Entre los terminales de línea	Entre los terminales de línea y otras partes metálicas sin aislar
240 o menos	6,5	6,5
de 250 a 600	10	10

TABLA 430-12.c).2). Volúmenes útiles. Terminales fijos

Sección transversal del conductor de suministro		Volumen útil mínimo por cada conductor de suministro (cm^3)
mm^2	AWG	
2,08	14	16,4
3,30 y 5,25	12 y 10	20,5
8,36 y 13,29	8 y 6	36,9

d) Alambres de gran calibre o conexiones de fábrica.- Para los motores de gran potencia, con mayor número de terminales o mayor calibre de alambres, o cuando los motores están instalados formando parte de un equipo alambrado en fábrica, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales del motor durante la instalación del equipo, la caja de terminales debe ser de tamaño suficiente para hacer las conexiones, pero no se consideran aplicables las anteriores disposiciones de volumen para esas cajas.

e) Conexiones de puesta a tierra de equipos.- En las cajas de terminales de motores para conexiones anter alambres o con terminales fijos, debe haber instalado un medio de conexión para la terminación del conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con el Artículo 250-113. Se permite que dichos medios de conexión estén ubicados tanto por dentro como por fuera de la caja de terminales del motor.

> *Excepción: Cuando un motor esté instalado formando parte de un equipo alambrado en fábrica que haya que poner a tierra, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales durante la instalación del equipo, no será necesario un medio independiente para la puesta a tierra del motor de dicha caja.*

430-13. Pasacables.- Cuando los alambres pasen por la abertura de un encerramiento, caja de conduit o barrera, se debe utilizar un pasacables para protegerlos de los bordes cortantes de la abertura. La superficie del pasacables que pueda estar en contacto con los conductores debe ser lisa y redondeada. Si se utilizan pasacables en lugares donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, deben ser de material que no resulte deteriorado por los mismos.

NOTA.- En cuanto a los conductores expuestos a agentes deteriorantes, véase el Artículo 310-9.

430-14. Ubicación de los motores

a) Ventilación y mantenimiento.- Los motores deben estar ubicados de modo que tengan ventilación adecuada y que sean posibles el mantenimiento, lubricación de los rodamientos, cambio de escobillas, etc.

b) Motores abiertos.- Los motores abiertos que tengan conmutadores o anillos colectores deberán ir ubicados o protegidos de modo que las chispas no puedan llegar a los materiales combustibles cercanos, pero esto no supone la prohibición de instalar dichos motores sobre pisos o soportes de madera.

430-16. Exposición a la acumulación de polvo.- En los lugares donde se puedan acumular polvo o sustancias voladoras sobre los motores, en cantidades que puedan interferir gravemente con la ventilación o refrigeración de los mismos y, por consiguiente, dar lugar a temperaturas

peligrosas, se debe utilizar motores de tipo cerrado que no se sobresaliente en las condiciones de uso previstas.

NOTA.- En condiciones especialmente severas se puede requerir el uso de motores cerrados ventilados por tuberías o encerrarlos en cuartos independientes herméticos al polvo, debidamente ventilados desde una fuente de aire limpio.

430-17. Motor de la potencia más alta o más pequeña.- Para establecer el cumplimiento con los Artículos 430-24, 430-53.b) y 430-53.c), el motor de la potencia más alta o de la más pequeña se debe basar en la corriente nominal a plena carga, calculada a partir de las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 y 430-150.

430-18. Tensión nominal de sistemas rectificadores.- Para determinar la tensión de un sistema rectificador derivado, se debe tomar el valor nominal de la tensión de c.a. que se va a rectificar.

> *Excepción: La tensión nominal c.c. del rectificador se debe utilizar si ésta supera al valor pico de la tensión de c.a. que se va a rectificar.*

B. Conductores para circuitos

430-21. Generalidades.- En esta parte B se especifican los tamaños de los conductores capaces de alimentar a motores en las condiciones especificadas sin sobrecalentarse.

> *Excepción: A los circuitos de más de 600 V nominales se debe aplicar lo establecido en el Artículo 430-124.*

Las disposiciones de las Secciones 250, 300 y 310 no se deben aplicar a los conductores que formen parte integral de equipos aprobados o a los conductores integrados de los motores, controladores de motores y similares.

NOTAS:

1) Véanse otros requisitos similares en los Artículos 300-1.b) y 310-1.

2) Véanse los requisitos para terminales de equipos en el Artículo 430-9.b).

430-22. Un solo motor

a) Generalidades.- Los conductores de los circuitos ramales que alimenten un solo motor deben tener una capacidad de corriente no menor al 125 % de la corriente nominal del motor a plena carga.

Para motores de velocidades múltiples, la selección de los conductores del circuito ramal en el lado del suministro del controlador se debe basar en la mayor de las corrientes nominales a plena carga que aparezca en la placa de características del motor; la selección de los conductores del circuito ramal entre el controlador y el motor se debe basar en la corriente nominal del devanado o devanados que energicen esos conductores.

NOTA.- Véase el Capítulo 9, Ejemplo 8 y la figura 430-1.

> *Excepciones:*
>
> *1) Los conductores para un motor usado en servicio por corto tiempo, intermitente, periódico o variable deben tener una capacidad de corriente no menor al porcentaje de la corriente nominal por placa de características del motor mostrado en la Tabla 430-22.a), Excepción, a no ser que la autoridad competente conceda un permiso especial para usar conductores de menor sección transversal.*

TABLA 430-22.a). Excepción. Porcentajes a aplicar en el cálculo de capacidad de Corriente nominal de los conductores de los circuitos de motores

Clasificación del servicio	Porcentaje de la corriente nominal por placa de características Tiempo designado de servicio del motor			
	5 min	15 min	30 y 60 min	Continuo
Servicio por corto tiempo: motores de válvulas, de levantamiento o bajada de rodillos, etc.	110	120	150	--
Servicio intermintente: ascensores y montacargas, cabezales de herramientas, bombas, puentes levadizos, plataformas giratorias, etc. Para soldadores de arco, véase el Artículo 630-21	85	85	90	140
Servicio periódico: rodillos, máquinas de manipulación de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Servicio variable	110	120	150	200

Cualquier aplicación de un motor se debe con si Excepción: Servicio continuo, a menos que la naturaleza del aparato movido por el motor sea tal que el motor no funcione continuamente con carga en cualquier circunstancia.

2) Para los motores de corriente continua que funcionen conectados a una fuente de alimentación monofásica rectificada, los conductores entre los terminales del alambrado de campo del rectificador y el propio motor, deben tener una capacidad de corriente no menor al siguiente porcentaje de la corriente nominal del motor a plena carga:

a. El 190 %, cuando se use un puente rectificador monofásico de media onda.

b. El 150 %, cuando se use un puente rectificador monofásico de onda compleja.

3) Los conductores de un circuito que suministre corriente a un equipo de conversión utilizado como parte de un sistema de accionamiento de velocidad variable, deben tener una capacidad de corriente no menor al 125 % de la entrada nominal al equipo de conversión de fuerza.

Para motores con arranque en estrella y funcionamiento en delta, la selección de los conductores del circuito ramal del lado del suministro del controlador se debe basar en la corriente del motor a plena carga. La selección de los conductores entre el controlador y el motor se debe basar en el 5(% de la corriente del motor a plena carga.

b) Encerramiento de terminales separado.- Se permite que los conductores entre un motor estacionario de 746 W (1 HP) nominales o menos y el encerramiento de terminales separado que permite el Artículo 430-145.b), sean de sección transversal menor a 2,08 mm^2 (14 AWG) pero no menor a 0,82 (18 AWG), siempre que tengan una capacidad de corriente como se especifica en el anterior apartado a).

430-23. Secundario de rotor devanado

a) Servicio continuo.- En servicio continuo, los conductores que conectan el secundario de un motor de corriente alterna de rotor devanado con el controlador, deben tener una capacidad nominal no menor al 125 % de la corriente del secundario del motor a plena carga.

b) Servicio diferente al continuo.- Para servicio diferente al continuo, los conductores que conectan el secundario de un motor de corriente alterna de rotor devanado con el controlador, deben tener una capacidad de corriente, en porcentaje de la corriente del secundario a plena carga, no menor a lo que establece la Tabla 430-22.a). Excepción.

c) Resistencia separada del controlador.- Cuando la resistencia del secundario esté separada del controlador la capacidad de corriente de los conductores entre el controlador y la resistencia no debe ser menor a la indicada en la Rtabla 430-23.c).

TABLA 430-23.c). Conductor del secundario

Clasificación de servicio de la resistencia	Capacidad de corriente del conductor en porcentaje de la corriente del secundario a plena carga
Arranque ligero	35
Arranque intenso	45
Arranque estraintenso	55
Ligero intermitente	65
Medio intermitente	75
Intenso intermitente	85
Continuo	110

430-24. Varios motores o un motor(es) y otra(s) carga(s).- Los conductores de suministro de varios motores o un motor(es) y otra(s) deben tener una capacidad de corriente como mínimo igual a la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores, más el 25 % de la capacidad de corriente del mayor motor del grupo, más la capacidad de corriente de todas la demás cargas de acuerdo con lo establecido en la Sección 220 y otras disposiciones aplicables de este Código.

Excepciones:

1) *Cuando uno o más de los motores del grupo se utilicen para servicio por corto tiempo, intermitente, periódico o variable, la corriente nominal de dichos motores utilizada en el cálculo se debe establecer de acuerdo con el Artículo 430-22.a) Excepción No. 1. Para el motor de mayor corriente nominal, en la suma se debe utilizar el mayor de los dos valores siguientes: la corriente nominal en A establecida según el Artículo 430-22.a) Excepción No. 1 o la mayor corriente a plena carga en servicio continuo del motor multiplicada por 1,25.*
2) *La capacidad de corriente de los conductores de suministro de equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente con motor, debe cumplir lo establecido en el Artículo 424-3.b).*

3) *Cuando los circuitos estén enclavados de modo que impidan el funcionamiento simultáneo de determinados motores y otras cargas, se permite que la capacidad de corriente de los conductores se base en la suma de las corrientes de todos los motores y las otras cargas que puedan funcionar simultáneamente y que resulte en la mayor corriente total.*

NOTA.- Véase el Capítulo 9, Ejemplo No. 8.

430-25. Equipos de varios motores o de cargas combinadas.- La capacidad de corriente de los conductores que dan suministro a equipos de varios motores o de cargas combinadas, no debe ser menor que la capacidad de corriente mínima del circuito rotulada en el equipo, según establece el Artículo 430-7.d). Cuando el equipo no venga alambrado de fábrica y, las placas de características de todos los motores y otras cargas queden visibles después del montaje de los equipos, como establece el Artículo 430-7.d).2), la capacidad de corriente de los conductores se debe establecer de acuerdo con el Artículo 430-24.

430-26. Factor de demanda del alimentador.- Cuando haya un calentamiento reducido de los conductores, resultado de la operación en servicio intermitente o por que no todos los motores funcionan al mismo tiempo, la autoridad competente podrá otorgar permiso para que los conductores del alimentador tengan una capacidad de corriente menor a la especificada en el Artículo 430-24, siempre que los conductores tengan una capacidad de corriente suficiente para la carga máxima calculada de acuerdo con los tamaños y número de los motores alimentados y de las características de sus cargas y ciclo de servicio.

430-27. Condensadores con motores.- Cuando se instalen condensadores en los circuitos de motores, los conductores deben cumplir lo establecido en los Artículos 460-8 y 460-9.

430-28. Derivaciones del alimentador.- Los conductores de derivación del alimentador deben tener una capacidad de corriente no menor a la exigida en la parte B, deben terminar en un dispositivo de protección del circuito ramal y además deben cumplir uno de los siguientes requisitos: 1) estar dentro de un controlador cerrado o en una canalización, no tener más de 3,0 m de longitud y, para instalación en obra, estar protegidos en el lado de suministro del conductor de derivación por un dispositivo de sobrecorriente cuya capacidad nominal o posición de disparo no supere el 1 000 % de la capacidad de corriente del conductor de derivación; 2) tener una capacidad de corriente como mínimo de un tercio (1/3) de la de los conductores del alimentador, estar adecuadamente protegidos contra daños físicos o encerrados dentro de una canalización y no tener más de 7,60 m de largo; 3) tener la misma capacidad de corriente que los conductores del alimentador.

Excepción: *Derivaciones del alimentador de más de 7,60 m de largo. En plantas industriales altas (de más de 10,60 m de altura en las paredes) y cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que sólo acceden a la instalación personas calificadas, se permite que los conductores derivados al alimentador no tengan más de 7,60 m de largo horizontalmente y no más de 30,5 m de longitud total, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:*

- *a. La capacidad de corriente de los conductores de derivación no sea menor a 1/3 de la de los conductores del alimentador*
- *b. Los conductores de derivación terminen en un solo interruptor automático o un solo conjunto de fusibles que cumplan: 1) con la parte D cuando los conductores del lado de la carga sean un circuito ramal, o 2) con la Parte E cuando los conductores del lado de la carga sean un alimentador.*
- *c. Los conductores de derivación estén adecuadamente protegidos contra daños físicos e instalados en canalizaciones.*
- *d. Los conductores de derivación sean continuos de un extremo a otro y sin empalmes.*
- *e. Los conductores de derivación sean de cobre con sección transversal de 13,29 mm^2 (6 AWG) o de aluminio de 21,14 mm^2 (4 AWG) o de mayor sección.*
- *f. Los conductores de derivación no penetren en paredes, pisos o cielos rasos.*
- *g. Las derivaciones no estén hechas a menos de 9,1 m del piso.*

430-29. Motores de c.c.c de tensión constante – Resistencias de potencia.- Los conductores que conectan el controlador de un motor a resistencias de potencia utilizadas para aceleración y frenado dinámico, montadas por separado en el circuito de armadura, deben tener una capacidad de corriente no menor al valor calculado a partir de la Tabla 430-29 para la corriente del motor a plena carga. Si se utiliza una resistencia de armadura en derivación (shunt), la capacidad de corriente del conductor de la resistencia de potencia de aceleración se debe calcular con base en la corriente total del motor a plena carga y la corriente de la resistencia de armadura en derivación (shunt).

Los conductores de la resistencia de armadura en derivación deben tener una capacidad de corriente no menor a la calculada a partir de la Tabla 430-29, usando la corriente nomminal de la resistencia en derivación como corriente a plena carga.

TABLA 430-29. Factores de cálculo de la corriente de los conductores para resistencias de potencia

Tiempo en segundos		Capacidad de corriente de los conductores en porcentaje de la corriente a plena carga
Encendido (ON)	Apagado (OFF)	
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Servicio continuo	Servicio continuo	110

G. Protección contra sobrecarga de motores y circuitos ramales

430-31. Generalidades.- En la Parte C se especifican los dispositivos de protección contra sobrecarga destinados para proteger motores, aparatos de control de motores y conductores de los circuitos ramales de motores contra calentamiento excesivo debido a las sobrecargas del motor y a fallas en el arranque.

La sobrecarga de los artefactos eléctricos es una sobrecorriente en funcionamiento que, si se mantiene durante un tiempo suficientemente largo, podría causar daños o sobrecalentamiento peligroso de los aparatos. Esto no incluye los cortocircuitos no las fallas a tierra.

Estas disposiciones no deben interpretarse como si se exigiera protección contra sobrecarga en los casos en los que pudiera suponer un riesgo adicional o mayor, como en las bombas contra incendios.

NOTA.- Para la protección de los conductores de suministro de las bombas contra incendios, véase el Artículo 695-8.c).

Las disposiciones de la Parte C no se aplican a los circuitos de motores de más de 600 V nominales. Véase la Parte J.

NOTA.- Véase el Capítulo 9, ejemplo No. 8.

430-32. Motores de servicio continuo

a) De más de 746 W (1 HP).- Todos los motores de servicio continuo de más de 746 W (1 HP) nominales deben estar protegidos contra sobrecargas por uno de los medios siguientes:

1) Por un dispositivo independiente contra sobrecarga que sea sensible a la corriente del motor. Este dispositivo se debe programar para que se dispare o debe tener una capacidad nominal no menor al siguiente porcentaje de la corriente nominal por placa de características del motor a plena carga:

Motores con un factor de servicio rotulado no menor a 1,15: 125 %
Motores con un aumento de temperatura rotulado de más de 40 °C: 125 %
Todos los demás motores: 125 %

Se permite modificar estos valores como establece el Artículo 430-34. En motores de velocidades múltiples, se debe considerar por separado la conexión de cada devanado.

Cuando un dispositivo independiente de protección de un motor contra sobrecarga esté conectado de modo que no deje pasar la corriente total indicada en la placa de características del motor (como en el caso de un motor de arranque de estrella – delta), en el equipo debe estar claramente rotulado el porcentaje de la corriente de la placa de características que se debe aplicar a la selección o ajuste del dispositivo de sobrecarga, o lo deberá tener en cuenta la tabla de selección dado por el fabricante.

NOTA.- Cuando haya instalados condensadores para corrección del factor de potencia en el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor, véase el Artículo 460-9.

2) Un protector térmico integrado con el motor, aprobado para usarlo con el motor que protege con el fin de que evite sobrecalentamientos peligrosos por las sobrecargas debidas a fallas en el arranque. La corriente máxima de disparo de un motor protegido térmicamente no debe ser mayor que los siguientes porcentajes de la corriente del motor a plena carga según las Tablas 430-148, 430-149 y 430-150:

Corriente del motor a plena carga menor a 9 A: 170 %
Corriente del motor a plena carga entre 9,1 y 20 A: 156 %
Corriente del motor a plena carga mayor a 20 A: 140 %

Si el dispositivo de interrupción del motor está separado de él y su circuito de control está operado por un dispositivo protector integrado en el motor, debe estar dispuesto de manera que al abrirse el circuito de control, interrumpa la corriente al motor.

3) Se permite instalar un dispositivo de protección integrado al motor que lo proteja contra daños debidos a fallas al arranque, si el motor forma parte de un conjunto aprobado que normalmente no somete al motor a sobrecargas.

4) Motores de más de 1 119 kW (1 500 HP), un dispositivo de protección con detectores de temperatura incorporados que hagan que se interrumpa el paso de corriente cuando la temperatura del motor se eleve por encima de la rotulada en la placa de características para una temperatura ambiente de 40 °C.

b) De 746 W (1 HP) o menos con arranque automático

1) Se permite que los motores de servicio continuo de 746 W (1 HP) nominales o menos que no estén instalados permanentemente, tengan arranque no automático y estén a la vista del lugar donde esté el controlador, estén protegidos contra sobrecargas por el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuitos y fallas a tierra. Este dispositivo de protección del circuito ramal no debe ser mayor que el especificado en la Parte D de la Sección 430.

<u>Excepción</u>: Se permite instalar un motor de este tipo en un circuito ramal a 120 V nominales protegido a no más de 20 A.

2) Si un motor de este tipo no está a la vista del sitio del controlador, se debe proteger como se especifica en el Artículo 430-32.c). Un motor de 746 W (1 HP) nominales o menos permanentemente instalado, se debe proteger según el Artículo 430-32.c).

c) De 746 W (1 HP) o menos con arranque automático.- Un motor de 746 W (1 HP) nominales o menos con arranque automático, se debe proteger contra sobrecargas por uno de los siguientes medios:

1) Por un dispositivo independiente de protección contra sobrecarga sensible a la corriente del motor. Este dispositivo se debe ajustar para que dispare o debe tener una capacidad nominal no mayor al siguiente porcentaje de la corriente nominal de la placa de características del motor a plena carga:

Motores con un factor de servicio rotulado no menor a 1,15: 125 %
Motores con un aumento de temperatura rotulado no mayor a 40 °C: 125 %
Todos los demás motores: 115 %

En los motores de velocidades múltiples se debe tener en cuenta la conexión de cada devanado por separado. Se permite modificar estos valores de acuerdo con lo establecido en el Artículo 430-34.

2) Un protector térmico integrado con el motor, aprobado para usarlo con el motor que protege con el fin de que evite sobrecalentamientos peligrosos por las sobrecargas debidas a fallas en el arranque. Cuando el dispositivo de interrupción de corriente del motor esté separado de él y su circuito de control esté operado por un dispositivo protector integrado en el motor, debe estar dispuesto de manera que al abrirse el circuito de control, se interrumpa la corriente al motor.

3) Se permite instalar un dispositivo de protección integrado por el motor que lo proteja contra daños debidos a fallas en el arranque: 1) si el motor forma parte de un conjunto aprobado que normalmente no lo somete a sobrecargas, o 2) si el conjunto está equipado también con otros dispositivos de seguridad (como los controles de combustión de seguridad de un quemador doméstico de gasóleo) que protejan al motor contra daños debidos a fallas en el arranque. Cuando el conjunto incorpore mandos de seguridad que protejan al motor, debe venir indicado así en la placa de características del conjunto, que debe quedar visible después de la instalación.

4) Si la impedancia de los devanados del motor es suficiente para evitar el sobrecalentamiento debido a fallas en el arranque, se permite que el motor esté protegido como indica el Artículo 430-32.b).1) para los motores de arranque manual, si el motor forma parte de un conjunto aprobado y se autolimita de modo que no se llegue a sobrecalentar peligrosamente.

NOTA.- Muchos motores de corriente alterna de menos de 37,5 W (1/20 HP), como los motores de relojes, motores serie, etc. y otros mayores, como los de par (velocidad baja), entran en esta clasificación. En ella no entran los motores de fase dividida con interruptores automáticos que desconectan el devanado de arranque.

d) Secundarios de rotor devanado.- Se permite que los circuitos secundarios de motores de c.a. de rotor devanado, incluidos sus conductores, controladores, resistencias, etc., estén protegidos contra sobrecargas por el dispositivo de sobrecarga del motor.

430-33. Motores de servicio intermitente y similar.- Se permite que un motor utilizado para una condición que es inherentemente de servicio por corto tiempo, intermitente, periódica o variable como se indica en la Tabla 430-22.a) Excepción, esté protegido contra sobrecargas por el dispositivo protector del circuito ramal contra cortocircuitos y falla a tierra, siempre que la capacidad nominal o ajuste de disparo del dispositivo protector no supere los valores indicados en la Tabla 430-152.

Todas las aplicaciones de los motores se deben considerar como de servicio continuo, excepto si la naturaleza del aparato movido por el motor es tal que este no puede funcionar continuamente con carga bajo cualquier condición de uso.

430-34. Selección de relees de sobrecarga.- Cuando un relee de sobrecarga seleccionado de acuerdo con los Artículo 430-32.a).1) y c).1) no sea suficiente para arrancar el motor o soportar la carga, se permite utilizar un relee de tamaño inmediato superior, siempre que la corriente de disparo del relee de sobrecarga no supere el siguiente porcentaje de la corriente nominal del motor a plena carga por placa de características:

Motores con un factor de servicio rotulado no menor a 1,15: 140 %
Motores con un aumento de temperatura rotulado no mayor a 40 ℃: 140 %
Todos los demás motores: 130%

Si no se ha puesto en derivación durante el período de arranque del motor como indica el Artículo 430-35, el dispositivo de sobrecarga debe tener un retardo de tiempo suficiente para permitir que el motor arranque y acelere su carga.

NOTA.- Un relee de sobrecarga de Clase 20 o 30 proporciona al motor un período de aceleración más largo que otro de Clase 10 o 20, respectivamente. Si se utiliza un relee de sobrecarga de mayor Clase, se puede seleccionar una corriente de disparo más alta.

430-35. Derivación (shunting) durante el período de arranque

a) Arranque no automático.- En un motor sin arranque automático, se permite que el dispositivo de protección de sobrecarga esté en derivación o desconecte el circuito durante el período de arranque del motor, si el dispositivo mediante el cual la protección de sobrecarga se pone en derivación o se desconecta, no se puede dejar en posición de arranque y si los fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, de corriente o valor de ajuste no mayor al 400 % de la corriente a plena carga del motor, están ubicados en el circuito de modo que operen durante el período de arranque del motor.

b) Arranque automático.- si el motor tiene arranque automático, o dispositivo de protección del motor contra sobrecarga no se debe poner en derivación o desconectar durante el período de arranque.

Excepción: Se permite que el dispositivo de protección del motor contra sobrecarga se ponga en derivación o se desconecte durante el período de arranque en un motor de arranque automático cuando:

1) El período de arranque del motor sea mayor que el tiempo de retardo de los dispositivos disponibles de protección contra sobrecarga y
2) Existan medios certificados para:
a. Detectar la rotación del motor y para evitar automáticamente la conexión en derivación o la desconexión en el evento de que el motor falle en el arranque.
b. Limitar el tiempo de derivación o de desconexión de la protección contra sobrecarga a un tiempo menor que el nominal de rotor bloqueado del motor.
c. Proporcionar el cierre y arranque manual del motor si éste no alcanza su condición estable.

430-36. Conductor en el cual se coloca fusible.- Cuando se empleen fusibles para proteger a los motores contra sobrecargas, se debe insertar un fusible en cada conductor no puesto a tierra y además en el conductor puesto a tierra si el sistema de suministro es de c.a., trifásico y trifilar, con un conductor puesto a tierra.

430-37. Conductor en el cual se colocan otros dispositivos, diferentes de fusibles.- Cuando se proteja un motor contra sobrecarga por dispositivos que no sean fusibles, el número mínimo y la posición de los dispositivos de sobrecarga como bobinas de disparo o relees, vienen determinados por la Tabla 430-37.

TABLA 430-37. Número de dispositivos de sobrecarga

Clase de motor	Sistema de suministro	Número y ubicación de las unidades de sobrecarga como bobinas de disparo o relees
Monofásico de c.a. o c.c.	Dos hilos, una fase de c.a. o c.c. sin hilo puesto a tierra	1 en cualquier conductor
Monofásico de c.a. o c.c.	Dos hilos, una fase de c.a. o c.c., un conductor puesto a tierra	1 en el conductor no puesto a tierra
Monofásico de c.a. o c.c.	Tres hilos, una fase de c.a. o c.c., con neutro puesto a tierra	1 en cualquier conductor no puesto a tierra
Monofásico de c.a.	Cualquiera de tres fases	1 en el conductor no puesto a tierra
Dos fases de c.a.	Tres hilos, dos fases de c.a., sin hilo puesto a tierra	2, uno en cada fase
Dos fases de c.a.	Tres hilos, dos fases de c.a., con un conductor puesto a tierra	2 en los conductores no puestos a tierra
Dos fases de c.a.	Cuatro hilos, dos fases de c.a., con neutro puesto o no a tierra	2, 1 por cada fase en los conductores no puestos a tierra
Dos fases de c.a.	Cinco hilos, dos fases de c.a., con neutro puesto o no a tierra	2, 1 por fase en cualquier hilo de fase no puesto a tierra
Trifásico de c.a.	Tres fases cualquiera	3, 1 por cada fase*

** Excepción: Cuando estén protegidos por otros medios aprobados*

430-38. Número de conductores abiertos por el dispositivo de sobrecarga.- Los dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores, distintos de los fusibles o protectores térmicos, deben abrir simultáneamente un número suficiente de conductores no puestos a tierra para que se interrumpa el flujo de corriente al motor.

430-39. Controladores de motores como protección contra sobrecarga.- También se permite usar un controlador de motores como protección contra sobrecarga si el número de unidades contra sobrecarga cumple lo establecido en la Tabla 430-37 y esas unidades operan tanto durante el arranque como durante el funcionamiento del motor en el caso de un motor de c.a.

430-40. Relees de sobrecarga.- Los relees y otros dispositivos para la protección de los motores contra sobrecarga, que no sean capaces de abrir cortocircuitos, deben estar protegidos por fusibles o interruptores automáticos con corrientes nominales o ajustes de disparo que cumplan lo establecido en el Artículo 430-52 o por un protector de motores contra cortocircuito, según el mismo Artículo.

Excepciones:

1) Cuando estén aprobados para instalación en grupo y rotulados con la capacidad máxima del fusible o interruptor automático de tiempo inverso mediante el cual serán protegidos.

2) Se permite que la corriente nominal del fusible o interruptor automático esté rotulada en la placa de características del equipo en el que se usa el relee de sobrecarga.

NOTA.- Para interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores de motores contra cortocircuito, véase el Artículo 430-52.

430-42. Motores conectados a circuitos ramales de uso general.- La protección contra sobrecarga de los motores conectados a circuitos ramales de uso general, tal como permite la Sección 210, consistirá en lo especificado en los siguientes apartados a), b), c) o d):

a) No mayores de 746 W (1 HP).- Se permite conectar uno o más motores sin dispositivos individuales de protección contra sobrecarga a un circuito ramal de uso general únicamente si la instalación cumple las condiciones de limitación especificadas en los Artículos 430-32.b) y c) y 430-53.a).1) y a).2).

b) Mayores de 746 W (1 HP).- Se permite conectar motores de potencia mayor a la especificada en 430-53.a) a circuitos ramales de uso general únicamente cuando cada motor esté protegido por un dispositivo de sobrecarga según lo especificado en el Artículo 430-32. Tanto el controlador como el dispositivo de sobrecarga deben estar aprobados para instalarlos en grupos con los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra seleccionados de acuerdo con el Artículo 430-53.

c) Conectados con cordón y clavija.- Cuando un motor esté conectado a un circuito ramal por medio de cordón con clavija y un tomacorriente y no lleve instalado dispositivo de protección contra sobrecarga como se especifica en el anterior apartado a), la corriente nominal del tomacorriente y de la clavija no debe ser mayor que 15 A y 125 V o 10 A y 250 V. Cuando se requiera un dispositivo individual de protección contra sobrecarga según lo establece el anterior apartado b) para motores o artefactos a motor conectados al circuito ramal mediante una clavija y un tomacorriente, el dispositivo de sobrecarga debe formar parte integral del motor o del artefacto. La capacidad nominal de la clavija y el tomacorriente determinarán la capacidad nominal del circuito al que se puede conectar el motor, como se establece en la Sección 210.

d) Retardo de tiempo.- El dispositivo protector del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra al cual está conectado el motor o el artefacto a motor, debe tener un retardo suficiente como para dar tiempo a que el motor arranque o acelere su carga.

430-43. Rearranque automático.- No se debe instalar un dispositivo de protección de motores contra sobrecarga que pueda volver a arrancar el motor automáticamente después de dispararse, a no ser que esté aprobado para usarlo con el motor que protege. Un motor que se pueda rearrancar automáticamente después de un corte, no se debe instalar si su rearranque automático puede poner en peligro a las personas.

430-44. Parada ordenada.- Si el corte inmediato automático de un motor por un dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecarga pudiera producir riesgos mayores o adicionales a las personas y fuera necesario que el motor siguiera funcionando para que se produjera una parada ordenada de los equipos o procesos, está permitido que uno o varios dispositivos de detección de sobrecarga del motor que cumplan con lo establecido en la Parte C de esta Sección, se conecten a un dispositivo de alarma supervisado, en lugar de interrumpir inmediatamente el circuito del motor, con el fin de para r ordenadamente los artefactos o tomar las medida correctivas.

D. Protección de circuitos ramales de motores contra cortocircuito y falla a tierra

430-51. Generalidades.- Esta Parte D trata de los dispositivos destinados para proteger a los conductores de los circuitos ramales de motores, a los controladores de motores y a los propios motores contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o fallas a tierra. Esta parte complementa o modifica lo establecido en la Sección 240. Los dispositivos de los que trata esta Parte D no incluyen los exigidos por los Artículos 210-8, 230-95 o 305-6.

Las disposiciones de esta Parte D no se aplican a los circuitos de motores de más de 600 V nominales, Véase para ello la Parte J.

NOTA.- Véase el Capítulo 9, ejemplo No. 8.

430-52. Capacidad nominal o ajuste para circuitos individuales de motores

a) Generalidades.- Los dispositivos de protección de circuitos ramales contra cortocircuito y falla a tierra deben cumplir los siguientes apartados b) y c) o d) según proceda.

b) Todos los motores.- El dispositivo de protección del circuito ramal del motor contra cortocircuito y falla a tierra, debe ser capaz de transportar la corriente de arranque del motor.

c) Capacidad nominal o ajuste

1) Se debe emplear un dispositivo protector con una capacidad nominal o un ajuste de disparo que no supere el valor calculado de cuerdo con los valores dedos en la Tabla 430-152.

Excepciones:

1) Cuando los valores de los dispositivos de protección de los circuitos ramales contra cortocircuito y falla a tierra, determinados según la Tabla 430-152, no correspondan con las capacidades o valores estándar de los fusibles, interruptores automáticos no ajustables, dispositivos térmicos de protección o posiciones de disparo ajustables de los interruptores automáticos, se permite utilizar el valor estándar, capacidad, tamaño o ajuste inmediato superior.

2) Cuando el valor calculado por la Tabla 430-152 modificado por la Excepción No.1 no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, entonces:

a. Se permite aumentar el valor nominal de un fusible sin retardo de tiempo que no supere los 600 A o un fusible con retardo de tiempo de Clase CC, pero sin en ningún caso supere el 400 % de la corriente a plena carga.

b. Se permite aumentar el valor nominal de un fusible con retardo (de elemento dual), pero sin que en ningún caso pueda superar el 225 % de la corriente a plena carga.

c. Se permite aumentar el valor nominal de un interruptor automático de tiempo inverso, pero sin que en ningún caso supere: 1) el 400 % de la corriente a plena carga para corrientes de 100 A o menos o 2) el 300 % de la corriente a plena carga para más de 100 A.

d. Se permite aumentar el valor nominal de un fusible de clasificación para 601-6 000 A, pero sin que en ningún caso supere el 300 % de la corriente a plena carga.

NOTA.- Véase el Capítulo 9, ejemplo 8 y la figura 430-1

2) Cuando en la Tabla del relee de sobrecarga que proporcione el fabricante para usar con el controlador del motor, o de cualquier otra forma en el equipo aparezca rotulada la capacidad máxima nominal del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, ese valor no debe superarse ni siquiera si, de acuerdo con los apartados anteriores pudiera alcanzar un valor superior.

3) Sólo se debe utilizar un interruptor automático de disparo instantáneo si es ajustable y forma parte de una combinación listada de motor y controlar con protección coordinada del motor contra sobrecarga, cortocircuito y falla a tierra en cada conductor y si el valor de disparo se ajusta para que no supere el especificado en la Tabla 430-152. Se permite un protector del motor contra cortocircuitos en lugar de los dispositivos de la Tabla 430-152, si ese protector forma parte de una combinación listada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecarga, cortocircuito y falla a tierra en cada conductor que abra el circuito cuando la corriente supere el 1300 % de la corriente nominal a plena carga.

NOTA.- A los fines de esta Sección, los interruptores automáticos de disparo instantáneo pueden incorporar un amortiguador de corrientes transitorias de entrada repentina (inrush) del motor sin disparos molestos del interruptor automático.

<u>Excepciones:</u>

1) Cuando el ajuste especificado en la Tabla 430-152 no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, se permite aumentar el valor de disparo instantáneo del interruptor automático pero sin que en ningún caso supere el 1 300 % de la corriente del motor a plena carga para motores distintos de los de Diseño E ni el 1 700 % para los motores de Diseño E. Se permite que el valor de disparo de los interruptores automáticos sea superior al 800 % para motores distintos de los de Diseño E y superior al 1 100 % para los motores de Diseño E, cuando su necesidad se haya demostrado por cálculos de ingeniería. En tales casos no será necesario aplicar primero un interruptor automático con disparo instantáneo al 800 o al 1 100 %.

2) Cuando la corriente del motor a plena carga sea de 8 A o menos, se permite aumentar hasta el valor rotulado en el controlador el valor de ajuste del interruptor automático de disparo instantáneo con una corriente nominal continua de 15 A o menos en una combinación listada de motor y controlador que proporcione protección coordinada del circuito ramal del motor contra sobrecarga, cortocircuito y falla a tierra.

4) Para motores de velocidades múltiples se permite instalar un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra para dos o más de los devanados del motor, siempre que la capacidad nominal del dispositivo de protección no supere los porcentajes aplicables anteriores sobre la capacidad nominal por placa de características del devanado protegido más pequeño.

<u>Excepción</u>: En un motor de velocidades múltiples se permite utilizar un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra, dimensionado de acuerdo con la corriente a plena carga del devanado de mayor corriente, siempre que cada devanado esté equipado con protección individual contra sobrecargas. Dimensionado de acuerdo con su corriente a plena carga y que los conductores del circuito ramal que alimentan a cada devanado estén dimensionados de acuerdo con la corriente a plena carga del devanado de mayor corriente a plena carga.

5) En los sistemas de controladores de motores de estado sólido para dispositivos de electrónica de potencia, se permite utilizar fusibles adecuados en lugar de los dispositivos de la Tabla 430-152, siempre que al lado de los fusibles se rotule claramente el valor nominal de los fusibles de repuesto.

d) Motores de par (baja velocidad).- Los circuitos ramales de los motores de par deben protegerse a la corriente nominal por placa de características del motor, según el Artículo 240-3.b).

430-52. Varios motores o cargas en un circuito ramal.- Se permite conectar al mismo circuito ramal dos o más motores o uno o más motores y otras cargas, en las condiciones especificadas en los siguientes apartados a), b) o c):

a) No mayor de 746 W (1 HP).- En un circuito ramal de 120 V nominales protegido a no más de 20 A o en un circuito ramal de 600 V nominales o menos protegido a no más de 15 A, se permite conectar varios motores, ninguno de los cuales supere 746 W (1 HP) de potencia nominal, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

1) La corriente nominal a plena carga de cada motor no supera los 6 A.

2) Que no se supere la capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, rotulada en cualquiera de los controladores.

3) Que la protección individual contra sobrecarga cumpla lo establecido en el Artículo 430-32.

b) Si se protege el motor de menor potencia nominal.- Si se elige el dispositivo protector del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, de modo que no supere el valor permitido en el Artículo 430-52 para el motor de menos potencia nominal, se permite conectar al circuito ramal dos o mpas motores o uno o más motores y otra(s) carga(s), siempre que cada motor tenga protección individual contra sobrecarga cuando se pueda establecer que el dispositivo protector del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra no se abrirá en las peores condiciones de servicio que pueda darse.

c) Si se protege el motor de menor potencia nominal.- Se permite conectar dos o más motores de cualquier capacidad o uno o más motores y otra(s) carga(s), cada motor con protección individual contra sobrecarga, a un circuito ramal cuando el controlador o controladores de los motores y los dispositivos de sobrecarga estén: 1) instalados como un conjunto certificado y el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra se suministre como parte del conjunto o esté especificado por rotulado en el conjunto; o 2) el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, el controlador o controladores de los motores y los dispositivos de sobrecarga se instalen en sitio como conjuntos independientes certificados para dicho uso y con instrucciones del fabricante para usarlos unos con otros; y 3) se cumplan todas las condiciones siguientes:

1) Que cada dispositivo de protección del motor contra sobrecarga esté certificado para su instalación en grupo con un fusible o con un interruptor automático de tiempo inverso de una capacidad nominal especificada, o los dos.

2) Que todos los controladores de los motores estén certificados para instalación en grupos con el fusible o con un interruptor automático de capacidad nominal especificada, o los dos.

3) Que los interruptores automáticos sean de tiempo inverso y este certificado para instalación en grupo.

4) Que el circuito ramal esté protegido por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso con una capacidad nominal que no supere la especificada en el Artículo 430-52 para el motor de mayor potencia conectado al circuito ramal más una cantidad igual a la suma de las corrientes nominales a plena carga de todos los demás motores y cargas conectadas al circuito. Cuando de este cálculo se deduzca una capacidad nominal menor a la capacidad de corriente de los conductores de suministro, se permite aumentar la capacidad nominal máxima de los fusibles o del interruptor automático hasta que no supere el permitido por el Artículo 240-3.b).

5) Que los fusibles o interruptores de tiempo inverso del circuito ramal no sean mayores que los permitidos por el Artículo 430-40 para el relee de sobrecarga que proteja el motor de menor potencia nominal del grupo.

NOTA.- Respecto a la impedancia y otras características del circuito, véase el Artículo 110-10.

d) Derivación para un solo motor.- Para las instalaciones en grupo descritas anteriormente, no se requiere que los conductores de cualquier derivación, que alimente un solo motor, lleven un dispositivo individual de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, siempre que cumplan alguna de las condiciones siguientes: 1) que ningún conductor al que vaya conectado el motor tenga una capacidad de corriente menor que la de los conductores del circuito ramal, o 2) que ningún conductor al que vaya conectado el motor tenga una capacidad de corriente menor que un tercio de la de los conductores del circuito ramal, con un mínimo de acuerdo con el Artículo 430-22; que los conductores a los que va conectado el dispositivo de sobrecarga del motor no tengan más de 7,60 m de largo y estén protegidos contra daños físicos.

430-54. equipo con varios motores y cargas combinadas.- La capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra en equipos con varios motores y cargas combinadas, no debe ser superior a la capacidad nominal rotulada en el equipo, según el Artículo 430-7.d).

430-55. Protección contra sobrecorriente combinada.- se permite combinar en un solo dispositivo de protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito, falla a tierra y sobrecarga, siempre que la capacidad nominal de ajuste de disparo del dispositivo proporcione la protección contra sobrecarga especificada en el artículo 430-32.

430-57. Tamaño del portafusibles.- Cuando se utilicen fusibles para la protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra, los portafusibles deben ser de un tamaño no menor al necesario para acomodar los fusibles especificados en la Tabla 430-152.

Excepción: Cuando se utilicen fusibles que tengan retardo de tiempo apropiado para las características de arranque del motor, se permite utilizar portafusibles de tamaño menor del especificado en la Tabla 430-152.

430-58. Capacidad nominal del interruptor automático.- Un interruptor automático para la protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra, debe tener una capacidad nominal de acuerdo con los Artículos 430-52 y 430-110.

E. Protección del alimentador de motores contra cortocircuito y falla a tierra

43061. Generalidades.- En la Parte E se especifican los dispositivos de protección destinados a proteger los conductores del alimentador de los motores contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o fallas a tierra.

NOTA.- Véase el Capítulo 9, ejemplo No. 8.

430-62. Capacidad nominal o ajuste – Carga del motor

a) Carga especificada.- Un alimentador que se utilice para la alimentación de carga(s) específicas(s) de motor(es) y que consista de conductores con sección transversal como se establece en el Artículo 430-24, debe estar dotado de un dispositivo de protección con una capacidad nominal o ajuste de disparo no superior a la mayor capacidad nominal o ajuste de disparo del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra para cualquier motor del grupo (basado en el valor máximo permitido para el tipo especificado de un dispositivo protector mostrado en la Tabla 430-52 o en el Artículo 440-22.a) para motocompresores con circuito hermético del refrigerante), más la suma de todas las corrientes a plena carga de los demás motores del grupo.

Para los cálculos anteriores, cuando en dos o más de los circuitos ramales del grupo se utilice un dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra de la misma capacidad nominal o ajuste, uno de los dispositivos de protección se debe considerar como el de mayor corriente.

Excepción: Cuando se utilicen uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores de motores contra cortocircuitos para la protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra, tal como permite el Artículo 430-52.c), se debe aplicar el procedimiento descrito anteriormente para determinar la capacidad nominal máxima del dispositivo de protección del alimentador, con la siguiente disposición. A efectos del cálculo, se supone que todos los interruptores automáticos de disparo instantáneo a dispositivos de protección del motor contra cortocircuitos tienen una capacidad nominal que no supera el porcentaje máximo de la corriente del motor a plena carga que permite la Tabla 430-152 para el tipo de dispositivo protector del alimentador que se utilice.

NOTA.- Véase el Capítulo 9, ejemplo No. 8

b) Otras instalaciones.- Cuando los conductores del alimentador tengan una capacidad de corriente superior a la requerida por el Artículo 430-24, se permite que la capacidad nominal o de disparo del dispositivo de protección del alimentador contra sobrecorriente se base en la capacidad de corriente de los conductores del alimentador.

430-63. Capacidad nominal o ajuste – Cargas de fuerza y alumbrado.- Cuando el alimentador de suministro a cargas de motor y además de alumbrado o de alumbrado y artefactos, se permite que el dispositivo protector de alimentador tenga una capacidad nominal o ajuste de disparo suficiente para soportar la carga de alumbrado o de alumbrado y artefactos, determinada según las Secciones 210 y 229 más, en el caso de un solo motor, la capacidad nominal permitida por el Artículo 430-52 y, para el caso de dos o más motores, la capacidad nominal permitida por el Artículo 430-62.

F. Circuitos de control de motores

430-71. Generalidades.- Esta Parte F contienen las modificaciones a los requisitos generales que se aplican a las condiciones particulares de los circuitos de control de motores.

NOTA.- Para los requisitos de los terminales de dispositivos para los equipos, véase el Artículo 430-9.b).

Definición de circuito de control de motores: es el circuito de un aparato o sistema de control que transporta las señales eléctricas que dirigen el funcionamiento del controlador, pero no transporta la corriente principal de potencia que alimenta al motor.

430-72. Protección contra sobrecorriente

a) Generalidades.- Un circuito de control de motores derivado del lado de la carga de un dispositivo o dispositivos de protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra y que funciones para controlar al motor o motores conectados a ese circuito ramal, debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con el Artículo 430-72. Dicho circuito de control derivado no se debe considerar como un circuito ramal y se permite que esté protegido tanto por uno o varios dispositivos de protección del circuito ramal contra sobrecorriente como por dispositivos suplementarios. Un circuito de control de motores distinto del derivado debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con el Artículo 725-23 o con las notas a la Tabla 11.a) y 11.b), según proceda.

b) Protección de los conductores.- La protección de los conductores contra sobrecorriente no debe superar los valores especificados en la columna A de la Tabla 430-72.b).

TABLA 430-72.b) Capacidad nominal máxima de los dispositivos de protección Contra sobrecorriente, en amperios (A)

Sección Transversal de los conductores del circuito de control		Columna A Regla básica		Columna B Excepción No. 1		Columna C Excepción No. 2	
mm^2	AWG	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre
0,82	18	7	--	25	--	7	--
1,31	16	10	--	40	--	10	--
2,08	14	Nota 1	--	100	--	45	--
3,30	12	Nota 1	Nota 1	120	100	60	45
5,25	10	Nota 1	Nota 1	160	140	90	75
> 5,25	> 10	Nota 1	Nota 1	Nota 2	Nota 2	Nota 3	Nota 3

NOTAS:
1) Valor especificado en el Artículo 310-15, según proceda.
2) 400 % del valor especificado en la Tabla 310-17 para conductores a 60 °C
3) 300 % del valor especificado en la Tabla 300-16 para conductores a 60 °C

Excepciones:

1) *Los conductores que no vayan más allá del encerramiento del equipo de control de motores sólo deberán llevar protección contra cortocircuito y falla a tierra y se permite que estén protegidos por el dispositivo o dispositivos de protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra cuando la capacidad nominal de ese dispositivo o dispositivos no sea superior al valor especificado en la columna B de la Tabla 430-72.b).*
2) *Los conductores que vayan más allá del encerramiento del equipo de control de motores sólo deberán llevar protección contra cortocircuito y falla a tierra y se permite que estén protegidos por el dispositivo o dispositivos de protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra cuando la capacidad nominal de ese dispositivo o dispositivos no sea superior al valor especificado en la columna C de la Tabla 430-72.b).*
3) *Se permite que los conductores alimentados por el lado secundario de un transformador monofásico con secundario de sólo dos hilos (una tensión) estén protegidos contra sobrecorrientes por el dispositivo de protección del lado primario (suministro) del transformador, siempre que esa protección no supere el valor determinado multiplicando la capacidad nominal máxima del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el conductor del secundario, según la Tabla 430-72.b), por la relación de tensión secundario o primario. Los conductores del secundario del transformador (distintos de los de dos hilos) no se deben considerar protegidos por la protección del primario contra sobrecorriente.*
4) *Los conductores de los circuitos de control sólo requieren protección contra cortocircuito y falla a tierra y se permite que estén protegidos por el dispositivo o dispositivos de protección del circuito ramal de motores contra cortocircuito y falla a tierra cuando la apertura del circuito de control pudiera crear un riesgo, como por ejemplo el circuito de una bomba contra incendios y similar.*

c) Transformador del circuito de control.- Cuando un circuito de control de motores tenga un transformador, se debe proteger de acuerdo con la Sección 450.

Excepciones:

1. *Se permite que los transformadores de los circuitos de control con potencia nominal menor de 50 VA, que formen parte integral del controlador del motor y estén ubicados en su mismo encerramiento, estén protegidos por los dispositivos de sobrecorriente, medios de limitación de impedancia u otros medios protectores intrínsecos del primario.*

2. *Cuando la corriente nominal del primario del transformador del circuito de control sea menor a 2 A, en el circuito primario se permite instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de capacidad nominal o ajustada a no más del 500 % de la corriente nominal del primario.*
3. *Cuando el transformador alimente un circuito de potencia limitada de Clase 1 (véase Sección 725-21.a)), de Clase 2 o un circuito de control remoto del Clase 3 que cumpla los requisitos de la Sección 725. Véase Sección 725 Parte C.*
4. *Cuando la protección la proporcione otro medio aprobado.*
5. *Se debe omitir la protección contra sobrecorriente cuando la apertura del circuito de control pudiera crear un peligro, como por ejemplo el circuito de control de una bomba contra incendios o similar.*

430-73. Protección mecánica de los conductores.- Cuando el daño a los conductores de un circuito de control de motores se constituya en un riesgo, todos los conductores de dicho circuito de control remoto que estén fuera del dispositivo de control deben ir instalados en una canalización o estar protegidos contra daños físicos por otro medio adecuado.

Cuando un lado del circuito de control de motores esté puesto a tierra, ese circuito debe estar dispuesto de mofo que un contacto accidental a tierra del circuito de control remoto: 1) no arranque el motor y 2) no evite (Bypass) los dispositivos manuales de corte o los dispositivos de seguridad de corte automático.

430-74. Desconección

a) Generalidades.- Los circuitos de control de motores deben estar instalados de modo que queden desconectados de todas las fuentes de alimentación cuando los medios de desconexión estén en posición de abiertos. Se permite que los medios de desconexión en dos o más dispositivos independientes, uno de los cuales desconecte el motor y el controlador de la fuente o fuentes de alimentación del motor, y los demás desconecten el circuito o circuitos de control de motores de su fuente de alimentación. Cuando se utilicen dispositivos independientes, deben estar ubicados uno al lado del otro.

Excepciones:

1. *Cuando se requiera desconectar más de 12 conductores de circuito de control de motores, se permite que un medio de desconexión esté ubicado en un lugar no inmediatamente al lado del otro, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:*
   a. *El acceso a las partes energizadas se limite a personas calificadas, de acuerdo con la Parte K de esta Sección.*
   b. *Se coloque una señal permanente de advertencia en el exterior de todas las puertas o cubiertas de los encerramientos de equipos que den acceso a partes energizadas del circuito o circuitos de control de motores, avisando que el medio de desconexión del circuito de control del motor está ubicado a distancia y especificando la ubicación e identificación de cada medio de desconexión.*
   Cuando las partes energizadas no estén en un encerramiento de equipos, tal cono permiten los Artículos 430-132 y 430-133, se deberán colocar una o más señales de advertencia en lugar visible para las personas que puedan estar trabajando en el área donde haya partes energizadas.
2. *Cuando la apertura de uno o más de los medios de desconexión del circuito de control de motores pueda resultar en condiciones potencialmente peligrosas para las personas o la propiedad y se cumplan las condiciones de los aparatos a y b de la Excepción No. 1.*

b) Transformador de control en el encerramiento del controlador.- Cuando se instale un transformador u otro dispositivo para reducir la tensión para el circuito de control de motores y esté ubicado en el encerramiento del controlador, dicho transformador o dispositivo debe ir conectado al lado de la carga del medio de desconexión del circuito de control del motor.

G. Controladores de motores

430-81. Generalidades.- Esta Parte G está destinada para especificar los controladores adecuados para todo tipo de motores.

a) Definición.- Para la definición de "Controlador", véase la Sección 100. Para los fines de esta Sección, un controlados es cualquier interruptor o dispositivo utilizado normalmente para arrancar y detener un motor, cerrando o abriendo el circuito del motor.

b) Motores estacionarios de 93,2 W (1/8 HP) o menos.- Se permite que el dispositivo de protección del circuito ramal sirva como controlador de motores estacionarios de 93,2 W (1/8 HP) nominales o menos que estén funcionando normalmente y estén construidos de modo que no se puedan estropear por sobrecargas o fallas de arranque, como los motores de relojes y similares.

c) Motores portátiles de 248,7 W (1/8 HP) o menos.- En un motor portátil de 248,7 W (1/8 HP) nominales o menos, se permite que el controlador sea una clavija y tomacorriente.

430-82. Diseño del controlador

a) Arranque y parada.- Un controlador debe ser capaz de arrancar y parar el motor que controla y de interrumpir la corriente a rotor bloqueado del motor.

b) Autotransformador.- Un autotransformador de arranque debe tener una posición de apagado ("off"), una posición de marcha ("running") y como mínimo una posición de arranque ("starting") y debe estar diseñado de modo que no pueda permanecer en posición de arranque en cualquier posición que pueda dejar inoperante el dispositivo de protección contra sobrecarga del circuito.

c) Reostatos.- Los reostatos deben cumplir los siguientes requisitos:

1) Los reostatos de arranque del motor deben estar diseñados de modo que el brazo de contacto no pueda quedar sobre segmentos intermedios. El punto o placa en el cual descansa el brazo cuando está en posición de arranque no debe estar conectados eléctricamente a la resistencia.

2) Los reostatos de arranque para motores de corriente continua operados desde una fuente de alimentación de tensión constante, deben estar equipados con dispositivos automáticos que corten la corriente antes de que la velocidad del motor haya caído a menos de 1/3 de su velocidad nominal.

430-83. Capacidad nominal

a) Potencia nominal en W (HP) a la tensión de aplicación.- El controlador debe tener una potencia nominal en W (HP) al voltaje de aplicación, no menor que la potencia nominal del motor.

Excepciones:

1. *Un controlador para un motor de Diseño E de más de 1 492 W (2 HP) nominales, debe cumplir, además, alguna de las dos condiciones siguientes:*
   a. Debe estar rotulado como adecuado para usar con un motor de Diseño E.
   b. Debe tener una potencia nominal en W (HP) no menor a 1,4 veces la potencia nominal de un motor de 2 238 W hasta 74,6 kW (3 a 100 HP) nominales o menor a 1,3 veces la potencia de un motor de más de 74,6 kW (100 HP) nominales.
2. *Se permite que, para un motor estacionario de 1 492 W (2 HP) nominales o menos y 300 V o menos, el controlador sea un interruptor de uso general de una capacidad nominal no menor al doble de la corriente nominal del motor a plena carga.*

3. *En los circuitos de c.a. se permite utilizar interruptores de acción rápida y uso general que sean adecuados sólo para uso en circuito de c.a.a (no para c.a.a y c.c.) como controladores de motores de 1 492 W (2 HP) nominales o menos y 300 V nominales az plena carga no sea al 80 % de la corriente nominal del interruptor.*
4. *Se permite utilizar como controlador un interruptor automático de tiempo inverso para circuito ramal, con una capacidad nominal en A. Cuando ese interruptor se use también para protección contra sobrecarga, debe cumplir las disposiciones pertinentes de esta Sección en los que se refiere a protección contra sobrecargas.*
5. *El controlador de un motor de par debe tener una capacidad nominal en servicio continuo y a plena carga no menor que la corriente nominal del motor por placa de características. Para un controlador designado en W (HP) pero no rotulado con la anterior corriente nominal, se debe calcular dicha corriente nominal equivalente a partir de su designación en W (HP) utilizando las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 o 430-150.*
6. *No es necesario que los dispositivos permitidos por el Artículo 430-81.b) y c) que sirvan como controladores, estén designados en W (HP)*

b) Voltaje nominal.- Se permite instalar un controlador de un solo voltaje nominal, es decir, 240 V o 480 V, en un circuito en el que el voltaje nominal entre dos conductores cualesquiera no supere el del controlador. Si el controlador fuera de voltaje dual, p.ej., 120 V/240 V o 480 V/227 V, sólo se debe instalar en un circuito cuyo voltaje nominal entre cualquier conductor y tierra no sea superior al menor de los dos valores nominales del controlador y el voltaje nominal entre dos conductores cualesquiera del circuito no supere el mayor de los voltajes del controlador.

430-84. No es necesario que abra todos los conductores.- No es necesario que el controlador abra todos los conductores del motor.

<u>Excepción</u>: Cuando el controlador se utilice también como medio de desconexión, debe abrir todos los conductores del motor no puestos a tierra, según establece el Artículo 430-11.

430-85. En conductores puestos a tierra.- Se permite que un polo del controlador esté ubicado en un conductor puesto a tierra, siempre que el controlador esté diseñado de modo que el polo del conductor puesto a tierra no se pueda abrir sin que se abran simultáneamente todos los demás conductores del circuito.

430-87. Número de motores servidos por cada controlador.- Cada motor debe tener su propio controlador individual.

<u>Excepción:</u> Para motores de 600 V nominales o menos, se permite utilizar un solo controlador de potencia nominal no menor a la suma de las potencias nominales en W (HP) de todos los motores del grupo, siempre que se cumpla algunas de las condiciones siguientes:

a. Cuando varios motores accionen distintas partes de una sola máquina o pieza de aparato, como máquinas herramientas para el trabajo del metal o de la madera, grúas, elevadores y aparatos similares.

b. Cuando un grupo de motores esté protegido por un solo dispositivo de sobreco-rriente, como permite el Artículo 430-53.a).

c. Cuando un grupo de motores esté ubicado en un solo cuarto a la vista de la ubica-ción del controlador.

430-88. Motores de velocidad variable.- Los motores de velocidad variable que estén controlados por medio de un regulador de campo, deben estar equipados y conectados de modo que no se puedan arrancar con un campo debilitado.

<u>Excepción:</u> Cuando el motor esté diseñado para arrancar de esa forma.

430-89. Limitación de velocidad.- Las maquinas de los tipos siguientes deben estar provistas de un dispositivo o de otro medio de limitación de su velocidad:

a) Motores de c.c. excitados separadamente.- Los motores de corriente continua con excitación separada.

b) Motores tipo serie.- Los motores tipo serie.

c) Grupos motor-generador y convertidores.- Los grupos de motor-generador y los convertidores que se puedan accionar a velocidad excesiva del lado de la corriente continua, ya sea por invertirse el sentido de la corriente o por una reducción de la carga.

<u>Excepciones:</u>

1) *Cuando las características intrínsicas de las maquinas, del sistema o de la carga y sus conexiones mecánicas sean tales que limiten la velocidad.*
2) *Cuando el motor esté siempre bajo el control manual de un operador calificado.*

430-90. Combinación de portafusibles e interruptor como controlador.- La capacidad nominal de cualquier combinación de fusibles e interruptor que se utilice como controlador de un motor, debe ser tal que el portafusibles admita fusibles para la corriente especificada en la Parte C de esta Sección sobre protección contra sobrecargas.

<u>Excepción:</u> Cuando se utilicen fusibles con un retardo apropiado para las características de arranque del motor, se permite utilizar portafusibles de tamaño menor del especificado en la Parte C de esta Sección.

430-91. Tipos de encerramientos para controladores de motores.- La Tabla 430-91 sirve de base para seleccionar los encerramientos de controladores de motores para usar en lugares específicos distintos a los lugares peligrosos (clasificados). También se permite utilizar la clasificación de grados de protección provistos por encerramientos de equipo eléctrico hasta 72,5 kW. Los encerramientos no están destinados para proteger a los controladores de condiciones tales como la condensación, formación de hielo, corrosión o contaminación que pueda producirse dentro del mismo o entrar a través de tubos o aberturas sin sellar. Estas condiciones internas deben ser tenidas muy en cuenta, tanto por el instalador como por el usuario.

TABLA 430-91. Tabla de selección de los encerramientos para controladores de motores

Para uso en exteriores							
Ofrece un grado de protección contra las siguientes condiciones ambientales	**Número de tipo de encerramiento ****						
	3	**3R**	**3S**	**4**	**4X**	**6**	**6P**
Contacto incidental con el equipo encerrado	X	X	X	X	X	X	X
Lluvia, nieve y aguanieve	X	X	X	X	X	X	X
Aguanieve *	....	....	X	....	....	....	....
Polvo en suspensión en el aire	X	....	X	X	X	X	X
Riego	....	....	....	X	X	X	X
Agentes corrosivos	....	....	....	....	X	....	X
Inmersión ocasional temporal	....	....	....	....	....	X	X
Inmersión ocasional prolongada	....	....	.....	....	....	....	X

***** El mecanismo debe ser accionable aunque esté cubierto de hielo

Para uso interior										
Ofrece un grado de protección contra las siguientes condiciones ambientales	**Número de tipo de encerramiento ****									
	1	**2**	**4**	**4X**	**5**	**6**	**6P**	**12**	**12K**	**13**
Contacto incidental con el equipo encerrado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Suciedad depositada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Líquidos depositados y pequeñas	....	X	X	X	X	X	X	X	X	X
salpicaduras	....	....	X	X	....	X	X	X	X	X
Polvo, pelusa, fibras y partículas circulantes	....	....	X	X	X	X	X	X	X	X
Polvo, pelusa, fibras y partículas en el aire	....	....	X	X	....	X	X	....	....	....
Riego y salpicadura de agua	....	....	....	....	.....	....	....	X	X	X
Fugas de aceite y refrigerante	....	....	....	....	....	....	....	....	....	X
Salpicaduras de aceite o refrigerante	....	....	....	X	....	....	X	....	....	....
Agentes corrosivos	....	....	....	....	....	X	X	....	....	....
Inmersión ocasional temporal	....	....	....	....	....	....	X	....	....	....
Inmersión ocasional prolongada										

****** El número de tipo de encerramiento debe ir rotulado en el encerramiento del controlador del motor.

NOTA.- Los números de los tipos de encerramientos se describen detalladamente en normas tales como ANSI/NEMA ICS6-1988 Industrial Control and System Enclosures, NEMA 250-1997 Enclosures for Electrical Equipment (1 000 V max.) y UL 508-1993 Industrial Control Equipment.

H. Centros de control de motores

430-92. Generalidades.- Esta parte H trata de los centros de control de motores instalados para controlar circuitos de motores, de alumbrado y de potencia. Un centro de control de motores es un conjunto de una o más secciones encerradas que tienen una barra de potencia común y que contienen principalmente unidades para el control de motores.

430-94. Protección contra sobrecorriente.- Los centros de control de motores deben estar dotados de dispositivos de protección contra sobrecorriente según la Sección 240, basados en la capacidad nominal de la barra de potencia común. Esta protección debe ser proporcionada por: 1) un dispositivo de protección contra sobrecorriente ubicado antes del centro de control de motores o 2) un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente ubicado dentro del centro de control de motores.

430-95. Equipo de entrada de acometida.- Si se utiliza como equipo de acometida, cada centro de control de motores debe estar dotado de un solo medio de desconexión que desconecte todos los conductores de la acometida no apuestos a tierra.

> *Excepción: Se permite un segundo medio de desconexión de la acometida para dar suministro a equipos adicionales.*

Cuando exista un conductor puesto a tierra, el centro de control de motores debe tener un puente de conexión equipotencial principal, de dimensiones acordes con la Tabla 250-95. Los conductores de puesta a tierra de equipos deben terminar en esta barra de puesta a tierra o en un punto terminal de puesta a tierra instalado en un centro de control de motores de una sola sección.

430-97. Bus de barras y conductores

a) Disposición y soportes.- Los buces de barras deben estar protegidos contra daños físicos y sujetarse firmemente en sitio. En esta sección sólo deben estar ubicados los conductores destinados para terminar en una sección vertical, excepto los necesarios para las interconexiones y alambrado de control.

> *Excepción: Se permite que los conductores atraviesen secciones verticales siempre que estén separados del bus de barras por una barrera.*

b) Disposición de fases.- La disposición de las fases en los buces trifásicos debe ser A, B y C de delante hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha vistas desde la parte frontal del centro de control de motores.

Excepción: Se permite que las unidades montadas por detrás conectadas a un bus vertical común a las unidades montadas por el frente, tengan las fases en orden C, B, A, siempre que estén debidamente identificadas.

c) Espacio de doblado mínimo para alambrado.- El espacio mínimo para el doblado del alambrado en los terminales del centro de control de motores y para canaletas auxiliares, será el exigido en la Sección 373.

d) Separación.- La separación entre los terminales del bus del centro de control de motores y otras partes metálicas desnudas, no debe ser menor a lo establecido en la Tabla 430-97.

TABLA 430-97. Separación mínima entre partes metálicas desnudas (mm)

Límite de Voltaje	Polaridad contraria, montadas en la misma superficie	Polaridad contraria, al aire	Partes energizadas a tierra
125 V nominales máx.	19	12	12
250 V nominales máx.	32	19	12
600 V nominales máx.	50	25	25

e) Barreras.- En todos los centros de control de motores de entrada a la acometida se deben instalar barreras que separen los buces de barras y los terminales de acometida del resto del centro de control.

430-98. Rotulado

a) Centros de control de motores.- Los centros de control de motores deben estar rotulados según el Artículo 110-21 y tales rótulos deben ser claramente visibles después de su instalación. Los rótulos deben incluir también la corriente nominal de la barra común de potencia y la capacidad nominal de cortocircuito del centro de control de motores.

b) Unidades de control de motores.- Las unidades de control de motores instaladas en un centro de control deben cumplir lo establecido en el Artículo 430-8.

I. Medios de desconexión

430-101. Generalidades.- Esta parte I trata de los requisitos de los medios de desconexión capaces de desconectar del circuito los motores y controladores.

NOTAS:

1) Véase la Figura 430-1.
2) Para la identificación de los medios de desconexión, véase el Artículo 110-22.

430-102. Ubicación

a) Controlador.- Se debe instalar un medio de desconexión a la vista de donde esté el controlador y debe ser capaz de desconectarlo.

Excepciones:

1) *En los circuitos de motores de más de 600 V nominales, se permite instalar fuera de la vista del controlador un medio de desconexión capaz de bloquearse en posición de abierto, siempre que el controlador esté rotulado con una etiqueta de advertencia que indique la ubicación del medio de desconexión.*

2) *En las máquinas de procesos continuos con varios motores, se permite instalar un solo medio de desconexión ubicado al lado del grupo de controladores coordinados montados uno al lado del otro.*

b) Motor.- Se debe ubicar un medio de desconexión a la vista de donde esté el motor y la maquinaria accionada por el mismo.

Excepción: *Cuando el medio de desconexión dotado de acuerdo con el Artículo 413-102.a), pueda quedar bloqueado individualmente en posición de abierto.*

NOTA.- Para más información sobre los procedimientos de bloqueo y etiquetado, véase Standard for Electrical Safety Requeriments for Employee Workplaces, NFPA 70E-1995.

430-103. Operación.- El medio de desconexión debe abrir todos los conductores de suministro no puestos a tierra y debe estar diseñado de modo que ningún polo se pueda operar independientemente. Se permite que el medio de desconexión esté en el mismo encerramiento con el controlador.

NOTA.- Para los equipos que reciben energía desde más de una fuente, véase el Artículo 430-113.

430-104. Indicadores.- El medio de desconexión debe llevar claramente indicado cuál es su posición de abierto (desconectado) y de cerrado (conectado).

430-105. Conductores puestos a tierra.- Se permite que un polo del medio de desconexión abra un conductor puesto permanentemente a tierra, siempre que el medio de desconexión esté diseñado de modo que el polo del conductor puesto a tierra no se pueda abrir sin desconectar simultáneamente todos los conductores del circuito.

430-107. Fácilmente accesible.- Uno de los medios de desconexión debe ser fácilmente accesible.

430-108. Todos los interruptores.- Todos los medios de desconexión del circuito ramal de motores, instalados entre el punto de unión al alimentador y el punto de conexión al motor, deben cumplir los requisitos de los Artículos 430-109 y 430-110.

430-109. Tipo.- El medio de desconexión debe ser de uno de los siguientes tipos: 1) un interruptor de circuitos de motores designado en W (HP), 2) un interruptor automático, o 3) un interruptor en una caja moldeada, y deben estar certificados.

Excepciones:

1) *Un interruptor de circuitos de motores para motores de Diseño E de más de 1 492 W (2 HP) nominales, debe cumplir además uno de los dos requisitos siguientes:*
   a. Debe estar rotulado como adecuado para usar con un motor de Diseño E.
   b. Debe tener una potencia nominal en W (HP) no menor a 1,4 veces la potencia nominal de un motor de 2 238 W hasta 74,6 kW (3 a 100 HP) nominales o no menor a 1,3 veces la potencia de un motor de mpas de 74,6 kW (100 HP) nominales.
2) *Se permite utilizar como medio de desconexión el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal, para motores estacionarios de 93,2 W (1/8 HP) o menos.*
3) *Se permite que, para un motor estacionario de 1 492 W (2 HP) nominales o menos y 300 V o menos, el medio de desconexión sea un interruptor de uso general de una capacidad nominal no menor al doble de la corriente nominal del motor a plena carga.*
   En los circuitos de c.a. se permite utilizar interruptores de acción rápida y uso general que sean adecuados sólo para uso en circuitos de c.a. (no de c.a. y c.c.) para desconectar motores de 1 492 W (2 HP) nominales o menor y 300 V nominales o menos, cuya corriente nominal a plena carga no sea mayor al 80 % de la corriente nominal del interruptor.

4) Para motores de más de 1 492 W (2 HP) hasta 74,6 kW (100 HP) inclusive se permite que el medio de desconexión independiente exigido para un motor con controlador de tipo autotransformador sea un interruptor de uso general, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Que el motor accione un generador provisto de protección contra sobrecarga.

b. Que el controlador: 1) sea capaz de interrumpir la corriente a rotor bloqueado del motor; 2) esté dotado de un medio de desconexión por ausencia de tensión, y 3) esté dotado de un dispositivo de protección contra sobrecarga del motor en marcha, de capacidad nominal no superior al 125 % de la capacidad nominal del motor a plena carga.

5) Para motores estacionarios de c.c. de más de 29 840 W (40 HP) o de c.a. de más de 74,6 kW (100 HP) nominales, se permite que el medio de desconexión sea un interruptor de uso general o de separación, siempre que lleve claramente el rótulo "No operar bajo carga" ("Do not operate under load").

6) Para los motores conectados con cordón y clavija que no sean de Diseño E o que, siendo de Diseño E, tengan 1 492 W (2 HP) nominales o menos, se permite utilizar una clavija y tomacorriente designados en W (HP), con capacidad nominal no menor a la del motor. Para motores de Diseño E de más de 1 492 W (2 HP) nominales, la clavija y tomacorriente utilizados como medio de desconexión deben tener una capacidad nominal en W (HP) no menor a 1,4 veces la del motor. No es necesario que los artefactos eléctricos portátiles tengan una clavija y tomacorriente de capacidad nominal en W (HP), de acuerdo con el Artículo 422-22, ni los artefactos de aire acondicionado para cuartos, de acuerdo con el Artículo 440-63, ni los motores portátiles de 248,7 W (1/3 HP) nominales o menos.

7) Para los motores de par, el medio de desconexión puede ser un interruptor de uso general.

8) Se permite utilizar como medio de desconexión un interruptor automático de disparo instantáneo que forme parte de un conjunto certificado de controlador y motor.

430-110. Capacidad nominal de corriente y capacidad de interrupción

a) Generalidades.- El medio de desconexión de los circuitos de motores de 600 V nominales o menos debe tener una capacidad nominal de corriente que sea como mínimo el 115 % de la capacidad nominal de corriente a plena carga del motor.

b) Para motores de par.- El medio de desconexión de un motor de par debe tener una capacidad nominal de corriente que sea como mínimo el 115 % de la corriente que conste en la placa de características del motor.

c) para cargas combinadas.- Cuando se usen juntos dos o más motores o cuando uno o más motores se usen en combinación con otras cargas, como calentadores por resistencia, y la carga combinada puede estar simultáneamente sobre un solo medio de desconexión, la capacidad nominal de corriente y de potencia en W (HP) de la carga combinada se debe calcular como sigue:

1) La capacidad nominal del medio de desconexión se debe calcular sumando todas las corrientes, incluida las cargas resistivas, a plena carga y con el rotor bloqueado. A los efectos de este requisito, la corriente a plena carga combinada y la corriente con rotor bloqueado combinada así obtenidas, se considerarán como un solo motor, de acuerdo con lo siguiente:

La corriente a plena carga equivalente a la potencia nominal en W (HP) de cada motor se debe seleccionar de las Tablas 430-148, 430-149 y 430-150.. Estas corrientes a plena carga se deben sumar a la corriente nominal en A de las demás cargas, para obtener la corriente equivalente a plena carga para la carga combinada.

La corriente a rotor bloqueado equivalente a la potencia nominal en W (HP) de cada motor se debe seleccionar de las Tablas 430-151.a) o 430-151.b). Las corrientes a rotor bloqueado se deben sumar a la capacidad nominal en A de las demás cargas para obtener la corriente equivalente a plena carga para la carga combinada. Cuando no se puedan arrancar simultáneamente dos o más motores u otras cargas, se permite utilizar una combinación adecuada de corrientes a rotor bloqueado y a plena carga para determinar la corriente equivalente a rotor bloqueado de las cargas combinadas simultáneamente.

Excepción: Cuando parte de las cargas consideradas sean cargas resistivas y el medio de desconexión sea un interruptor con capacidad nominal en W (HP) y en A, se permite que el interruptor utilizado tenga una capacidad nominal en W (HP) no menor que la carga combinada de los motores, siempre que la capacidad nominal de interruptor en A no sea menor que la corriente a rotor bloqueado del motor o motores más la carga resistiva.

2) La capacidad nominal en A del medio de desconexión no debe ser menor al 115 % de la suma de todas las corrientes en condición de plena carga determinada de acuerdo con el anterior apartado c).1).

3) Para los motores pequeños no cubiertos por las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 y 430-150, se asume que la corriente a rotor bloqueado es seis veces la corriente a plena carga.

430-111. Interruptor o interruptor automático utilizado como controlador y como medio de desconexión.- Se permite utilizar como controlador y como medio de desconexión un interruptor o interruptor automático que cumpla lo establecido en el Artículo 430-83 si abre todos los conductores hasta el motor no puesto a tierra, si está protegido por un dispositivo de sobrecorriente (el cual puede ser el fusible(s) del circuito ramal), que abre todos los conductores no puestos a tierra que llegan hasta el interruptor o interruptor automático y si es de alguno de los tipos especificados en los siguientes apartados a), b) o c):

a) Interruptor de ruptura en aire.- Un interruptor de ruptura en aire que se accione directamente con la mano de una palanca o empuñadura.

b) Interruptor automático de tiempo inverso.- Un interruptor automático de tiempo inverso que se accione directamente tirando de una palanca o empuñadura.

c) Interruptor en aceite.- Un interruptor en aceite conectado a un circuito cuya capacidad nominal no supere 600 V o 100 A o, mediante permiso especial, a un circuito que supere esos valores nominales cuando esté supervisado por personal experto.

El interruptor o interruptor automático en aceite especificado anteriormente puede ser de operación eléctrica o manual.

Se permite que el dispositivo automático en aceite del controlador contra sobrecorriente forme parte del conjunto del controlador o sea independiente.

Un controlador de tipo autotransformador debe estar dotado de un medio de desconexión independiente.

430-112. Motores servidos por un solo medio de desconexión.- Cada motor debe estar dotado de un medio de desconexión individual.

Excepción: Se permite que haya un grupo de motores conectado a un solo medio de desconexión si se cumple cualquiera de las condiciones a, b o c, a continuación. El medio de desconexión debe tener una capacidad nominal de acuerdo con el Artículo 430-110.c):

a. Cuando varios motores acciones distintas partes de una sola máquina o pieza de aparato, como máquinas herramientas para el trabajo del metal o de la madera, grúas, elevadores y similares.
b. Cuando un grupo de motores esté protegido por un conjunto de dispositivos para protección de circuito ramal, como lo permite el Artículo 430-53.a).
c. Cuando un grupo de motores esté ubicado en un solo cuarto a la vista del lugar de los medios de desconexión.

430-113. energía desde más de una fuente.- Los motores y equipos accionados por motores que reciban energía eléctrica desde más de una fuente deben estar dotados de medios de desconexión en cada una de las fuentes de energía, ubicado inmediatamente al lado del equipo correspondiente. Se permite que cada fuente tenga un medio de desconexión independiente.

Excepciones

1) *Cuando un motor reciba energía eléctrica desde más de una fuente, no es necesario que el medio de desconexión de la fuente principal de alimentación esté colocado inmediatamente al lado del motor, siempre que el medio de desconexión del controlador pueda quedar bloqueado en posición de abierto.*
2) *No es necesario un medio de desconexión independiente para circuitos de control remoto de Clase 2 que cumplan con la Sección 725, que no tengan más de 30 V nominales, estén aislados y sin poner a tierra.*

J. Circuitos de motores de más de 600 V nominales

430-121. Generalidades.- Esta Parte J reconoce los riesgos adicionales que supone el uso de altas tensiones. Completa o modifica las restantes disposiciones de esta Sección. En la Sección 710 se establecen otros requisitos para los circuitos y equipos que funcionan a más de 600 V nominales.

430-122. Rotulado en los controladores.- Además de los rótulos que exige el Artículo 430-8, el controlador debe llevar rotulada la tensión de control.

430-123. Encerramientos de los conductores adyacentes a los motores.- Se permite emplear tubo de metal flexible, hermético o no a los líquidos y que no tenga más de 1,8 m de longitud, como conexión de las canalizaciones al encerramiento de los terminales.

430-124. Tamaño de los conductores.- Los conductores que dan suministro a los motores deben tener una capacidad de corriente no menor a la corriente a la cual se ajusta el disparo del dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores.

430-125. Protección del circuito del motor contra sobrecorriente

a) Generalidades.- Todos los circuitos de motores deben tener protección coordinada que interrumpa automáticamente las corrientes de falla y de sobrecarga del motor, los conductores del circuito de motores y los aparatos de control de motores.

Excepción: Cuando un motor sea vital para el funcionamiento de una planta y deba funcionar hasta que falle, si fuera necesario, para evitar un riesgo mayor a las personas, se permite conectar el dispositivo o dispositivos de protección a un anunciador de supervisión o de alarma, en lugar de interrumpir el circuito del motor.

b) Protección contra sobrecarga

1) Todos los motores deben estar protegidos contra el calentamiento peligroso debido a sobrecargas o fallas de arranque, mediante un protector térmico integrado en el motor o dispositivos exteriores senderos de corriente o ambos.

2) Se considera que los circuitos secundarios de los motores de corriente alterna de rotor devanado, incluidos sus conductores, controladores y resistencias, están protegidos contra sobrecorriente por los medios de protección contra sobrecarga del motor.

3) El dispositivo de protección contra sobrecarga debe funcionar desconectando simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

4) Los dispositivos senderos de sobrecarga no se debe restablecer automáticamente después de dispararse, a menos que su restablecimiento no produzca un rearranque automático del motor o no exista riesgo para las personas si se rearranca el motor y su maquinaria conectada.

c) Protección contra corrientes de falla

1) Todos los circuitos de motores deben estar protegidos contra corrientes de falla por uno de los siguientes medios:

a. Un interruptor automático de un tio y capacidad adecuados y dispuesto de modo que pueda ser atendido sin riesgo. El interruptor automático debe desconectar simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra. Se permite que el interruptor automático detecte la corriente de falla por medio de elementos senderos integrados o externos.

b. Fusibles de un tipo y capacidad nominal adecuados, instalados en cada conductor no puesto a tierra. Los fusibles se deben usar con un medio de desconexión adecuado o deben ser de un tipo que permita usarlos también como medio de desconexión. Deben estar instalados de modo que no se pueda efectuar su mantenimiento mientras estén energizados.

2) Los dispositivos de interrupción de la corriente de falla no deben volver a cerrar el circuito automáticamente.

Excepción: *Cuando los circuitos estén expuestos a fallas transitorias y su cierre automático no cree peligro para las personas.*

3) Se permite que el mismo dispositivo proporciones la protección contra sobrecargas y contra corrientes de falla.

430-126. Capacidad nominal de aparatos de control de motores.- La corriente máxima de disparo de los relees de sobrecorriente (sobrecarga) o de otros dispositivos de protección de los motores, no debe superar el 115 % de la capacidad nominal continua de corriente del controlador. Cuando el medio de desconexión del circuito ramal de motores sea independiente del controlador, la capacidad nominal de corriente del medio de desconexión no debe ser menor al ajuste de disparo máximo de los relees de sobrecorriente que haya en el circuito.

430-127. Medios de desconexión.- El medio de desconexión del controlador debe ser capaz de quedar bloqueado en posición de abierto.

K. Protección de parte energizadas – Todas las tensiones

430-131. Generalidades.- Esta Parte K establece que las partes energizadas deben estar protegidas de una manera que se considere adecuada para los peligros involucrados.

430-132. Donde se requiere.- Las partes energizadas expuestas de los motores y controladores que funcionen a 50 V o más entre terminales, deben estar resguardadas contra contactos accidentales mediante encerramientos o situándolas del siguiente modo:

a) en un cuarto o encerramiento.- Instalándolas en un cuarto o encerramiento que sea accesible sólo a personas calificadas.

b) En una galería adecuada.- Instalándolas en una galería, plataforma u otro lugar elevado y que no permita el acceso a personas no calificadas.

c) Por elevación.- Instalándolas a 2,40 m o más sobre el piso.

Excepción: *Los motores estacionarios que tengan conmutadores, colectores y escobillas ubicados dentro de los extremos del motor y conectados de modo no conductivo a circuitos de suministro que funcionen a más de 150 V a tierra.*

430-133. Resguardados para operadores.- Cuando las partes energizadas de motores o controladores que funcionen a más de 150 V a tierra, estén protegidas contra el contacto accidental sólo por su ubicación como se establece en el Artículo 430-132 y sea necesario hacer ajustes u otros trabajos de atención durante el funcionamiento de los aparatos, se deben instalar alfombras o plataformas aislantes de modo que la persona encargada no pueda tocar fácilmente las partes energizadas a menos que esté parada sobre la alfombra o plataforma.

NOTA.- En cuanto al espacio de trabajo, véase los Artículos 110-16 y 110-34.

L. Puesta a tierra – Todas las tensiones

430-141. Generalidades.- Esta Parte L trata de los requisitos de puesta atierra de las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente que se puedan llegar a energizar, de los bastidores de motores y controladores, para evitar que se produzca una tensión superior a la de tierra en el caso de contacto accidental entre las partes energizadas y los bastidores. El aislamiento, la separación y el resguardo son alternativas adecuadas para puesta a tierra de motores bajo ciertas condiciones.

430-142. Motores estacionarios.- Los bastidores (carcasas) de los motores estacionarios se deben poner a tierra en cualquiera de las circunstancias siguientes: 1) cuando estén alimentados por alambrado con encerramiento metálico; 2) cuando estén en un lugar mojado y no estén separados o resguardados; 3) cuando estén en un lugar peligroso (clasificado), como se cubre por las Secciones 500 a 517; 4) si el motor funciona con algún terminal a más de 150 V a tierra.

Cuando el bastidor del motor no esté puesto a tierra, deberá estar permanente y eficazmente aislado de tierra.

430-143. Motores portátiles.- Los bastidores de los motores portátiles que funcionen a más de 150 V a tierra, se deben poner a tierra o resguardar.

NOTAS:

1) Para la puesta a tierra de artefactos portátiles en ocupaciones no residenciales, véase el Artículo 250-59.d).
2) Para el color de los conductores de puesta a tierra de los equipos, véase el Artículo 250-59.b).

430-144. Controladores.- Los encerramientos de los controladores se deben poner a tierra, independientemente de la tensión. Los encerramientos de los controladores deben tener medios para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con el Artículo 250-113.

Excepciones:

1) *Los encerramientos en contacto con equipos portátiles no puestos a tierra.*
2) *Las tapas forradas de los interruptores de acción rápida.*

430-145. Método de puesta a tierra.- Cuando sea necesaria, la puesta a tierra se debe hacer según se especifica en la Sección 250.

a) Puesta a tierra a través de la caja de terminales.- Cuando el alambrado de un motor fijo consista de cables en tubos o canalizaciones metálicas, se deben instalar cajas de unión en las que vayan los terminales de los motores y conectar la pantalla de los cables o las canalizaciones metálicas a dichas cajas de la manera especificada en la Sección 250.

NOTA.- Para los medios de conexión de puesta a tierra de las cajas terminales de motores, véase el Artículo 430-12.e).

b) Separación entre el motor y la caja de unión.- Se permite que la caja de unión exigida en el anterior apartado a) esté separada del motor a no más de 1,80 m, siempre que los terminales hacia el motor san cable de tipo AC, cordones blindados o sean terminales trenzados metidos en tubo metálico flexible hermético a los líquidos, tubo metálico flexible, tubo metálico intermedio, tubo metálico rígido o tubería eléctrica metálica de tamaño comercial no menor a 9,5 mm (3/8 de pulgada), con el blindaje o canalización conectados tanto al motor como a la caja.

Se permite utilizar tubo no metálico flexible hermético a los líquidos y tubo no metálico rígido para meter los terminales hacia el motor, siempre que esos terminales sean trenzados y que el conductor requerido de puesta a tierra de equipos se conecte tanto al motor como a la caja.

Cuando se utilicen terminales trenzados, protegidos como se indica anteriormente, no deben ser de sección transversal mayor a 5,25 mm^2 (10 AWG) y deben cumplir los demás requisitos de este Código relativos a los conductores en canalizaciones.

c) Puesta a tierra de dispositivos montados en controladores.- Los secundarios de los transformadores de instrumentos y las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, otras partes conductivas o las cajas de los transformadores de instrumentos, medidores, instrumentos y relees, se deben poner a tierra como se indica en los Artículos 250-121 a 250-125.

M. TABLAS

TABLA 430-147 Corriente a plena carga en A para motores de corriente continua.- Los siguientes valores de corriente a plena carga * son para motores que giran a velocidad básica.

Potencia		Tensión nominal den el inducido (armadura)*					
W	**HP**	**90 V**	**120 V**	**180 V**	**240 V**	**500 V**	**550 V**
187	¼	4,0	3,1	2,0	1,6		
249	1/3	5,2	4,1	2,6	2,0		
373	½	6,8	5,4	3,4	2,7		
560	¾	9,6	7,6	4,8	3,8		
746	1	12,2	9,5	6,1	4,7		
1 119	1 ½		13,2	8,3	6,6	13,6	12,2
1 492	2		17	10,8	8,5	18	16
2 238	3		25	16	12,2	27	24
3 730	5		40	27	20	34	31
5 595	7 ½		58		29	43	38
7 460	10		76		38	51	46
11 190	15				55	67	61
14 920	20				72	83	75
18 650	25				89	99	90
22 380	30				106	123	111
29 840	40				140	164	148
37 300	50				173	205	185
44 760	60				206	246	222
55 950	75				255	330	294
74 600	100				341		
93 250	125				425		
111 900	150				506		
149 200	200				675		

* Estos valores son promedios para corriente continua.

TABLA 430-148. Corriente a plena carga en A para motores mono fásicos de c.a. .- Los siguientes valores de corriente a plena caga corresponden a motores que funcionan a velocidad normal y con características a par normal. Los motores construidos especialmente para baja velocidad o alto par, pueden tener corrientes mayores a plena carga que variarán con la velocidad, en cuyo caso se deberán utilizar las corrientes nominales que indique su placa de características.

Los voltajes anotados son las nominales de los motores. Las corrientes son las permitidas para sistemas con rango de voltaje de 110 a 120 y de 220 a 240 V.

W	HP	115 V	200 V	208 V	230 V
124	1/6	4,4	2,5	2,4	2,2
187	1/4	5,8	3,3	3,2	2,9
249	1/3	7,2	4,1	4,0	3,6
373	1/2	9,8	5,6	5,4	4,9
560	3/4	13,8	7,9	7,6	6,9
746	1	16	9,2	8,8	8
1 19	1 ½	20	11,5	11	10
1492	2	24	13,8	13,2	12
2 238	3	34	19,6	18,7	17
3 730	5	56	32,2	30,8	28
5 595	7 ½	80	46	44	40
7 460	10	100	57,5	55	50

TABLA 430-149. Corriente a plena carga en A, motores bifásicos de c.a. (4 hilos).- Los siguientes valores de corriente a plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades normales de motores con correas y a motores con características de par normal. Los motores construidos especialmente para baja velocidad o alto par, pueden requerir corrientes mayores de funcionamiento. Los motores de varias velocidades tendrán corrientes a plena carga que variarán con la velocidad, en cuyo caso se deberán utilizar las corrientes nominales que indique su placa de características. La corriente del conductor común de los sistemas bifásicos de 3 hilos será de 1,41 veces el valor dado.

Los voltajes anotadas son los nominales de los motores. Las corrientes son las permitidas para sistemas con rango de voltaje de 110 a 120 V, 220 a 240 V, 440 a 480 V y 550 a 600 V.

Potencia		Motores de inducción de jaula ardilla y rotor devanado (A)				
W	HP	115 V	230 V	460 V	575 V	2 300 V
373	1/2	4	1	0,8		
560	3/4	4,8	1,2	1,0		
746	1	6,4	1,6	1,3		
1 119	1 ½	9	4,5	2,3	1,8	
1 492	2	11,8	5,9	3	2,4	
2 238	3		8,3	4,2	3,3	
3 730	5		13,2	6,6	5,3	
5 595	7 ½		19	9	8	
7 460	10		24	12	10	
11 190	15		36	18	14	
14 920	20		47	23	19	
18 650	25		59	29	24	
22 380	30		69	35	28	
29 840	45		90	45	36	
37 300	50		113	56	45	
44 760	60		133	67	53	14
55 950	75		166	83	66	18
74 600	100		218	109	87	23
93 250	125		270	135	108	28
111 900	150		312	156	125	32
149 200	200		416	208	167	43

TABLA 430-150. Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna.- Los siguientes valores de corrientes a plena carga son típicos para motores que funcionan a las velocidades normales de motores con correas y a motores con características de para normal. Los motores construidos especialmente para baja velocidad (1 200 r.p.a. o menos) o alto par, pueden necesitar corrientes de funcionamiento mayores; los motores de varias velocidades tendrán

corrientes de plena carga que variarán con la velocidad; en estos casos se deberán utilizar las corrientes nominales que indique la placa de características.

Los voltajes anotados son las nominales de los motores. Las corrientes son las permitidas para sistemas con rango de voltaje de 110 a 120 V, 220 a 240 V, 440 a 480 V y 550 a 600 V.

		Motores de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado. (A)							**Motores sincrónicos con factor de potencia unitaria *. (A)**			
kW	**HP**	**115 V**	**200 V**	**208 V**	**230 V**	**460 V**	**575 V**	**2 300 V**	**230 V**	**460 V**	**575 V**	**2 300 V**
0,373	½	4,4	2,5	2,4	2,2	1,1	0,9					
0,560	¾	6,4	3,7	3,5	3,2	1,6	1,3					
0,746	1	8,4	4,8	4,6	4,2	2,1	1,7					
1,119	1 ½	12,0	6,9	6,6	6,0	3,0	2,4					
1,492	2	13,6	7,8	7,5	6,8	3,4	2,7					
2,238	3		11,0	10,6	9,6	4,8	3,9					
3,730	5		17,5	16,7	15,2	7,6	6,1					
5,595	7 ½		25,3	24,2	22	11	9					
7,460	10		32,2	30,8	28	14	11					
11,19	15		48,3	56,2	42	21	17					
14,92	20		62,1	59,4	54	27	22		53	26	21	
18,65	25		78,2	74,8	68	34	27					
22,38	30		92	88	80	40	32		63	32	26	
29,84	40		120	114	104	52	41		83	41	33	
37,30	50		150	143	130	65	52		104	52	42	
44,76	60		177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
55,95	75		221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
74,60	100		285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
93,25	125		359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
111,90	150		414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
149,20	200		552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
186,50	250					302	242	60				
223,80	300					361	289	72				
261,10	350					414	336	83				
298,40	400					477	382	95				
335,70	450					515	412	103				
373,00	500					590	472	118				

* Para factores de potencia de 90 y 80 %, las cifras anteriores se deben multiplicar respectivamente por 1,1 y 1,25.

TABLA 430-151 A Tabla de conversión de corrientes de motores monofásicos con rotor bloqueado para la selección de medios de desconexión y controladores, según como se determina de la potencia y voltaje nominales.- Para usar sólo con los Artículos 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8.c).

Potencia nominal		**Capacidad nominal de motores monofásicos con rotor bloqueado, (a)**		
W	**HP**	**115 V**	**208 V**	**230 V**
373	½	58,5	32,5	29,4
560	¾	82,8	45,8	41,4
746	1	96	53	48
1 119	1 ½	120	66	60
1 492	2	144	80	72
2 238	3	204	113	102
3 730	5	336	186	168
5 595	7 ½	480	265	240
7 460	10	600	332	300

TABLA 430-151B Tabla de conversión de corriente de motores polifásicos de diseño B, C, d y E, para la selección de medios de desconexión y controladores determinados según la potencia y voltaje nominales y letras de diseño.- Para usar sólo con los Artículos 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8.c).

		Corriente máxima del motor con rotor bloqueado (A) Motores bifásicos y trifásicos de Diseño B, C, D y E											
kW	**HP**	**115 V**		**200 V**		**208 V**		**230 V**		**460 V**		**575 V**	
		B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E
0,373	½	40	40	23	23	22,1	22,1	20	20	10	10	8	8
0,560	¾	50	50	28,8	28,8	27,6	27,6	25	25	12,5	12,5	10	10
0,746	1	60	60	34,5	34,5	33	33	30	30	15	15	12	12
1,119	1 ½	80	80	46	46	44	44	40	40	20	20	16	16
1,492	2	100	100	57,5	57,5	55	55	50	50	25	25	20	20
2,238	3			73,6	84	71	81	64	73	32	36,5	25,6	29,2
3,730	5			105,8	140	102	135	92	122	46	61	36,8	48,8
5,595	7 ½			146	210	140	202	127	183	63,5	91,5	50,8	73,2
7,460	10			186,3	259	179	249	162	225	81	113	64,8	90
11,19	15			267	388	257	373	232	337	116	169	93	135
14,92	20			334	516	321	497	290	449	145	225	116	180
18,65	25			420	646	404	621	365	562	183	281	146	225
22,38	30			500	775	481	745	435	674	218	337	174	270
29,84	40			667	948	641	911	580	824	290	412	232	330
37,30	50			834	1 185	802	1 139	725	1 030	363	515	290	412
44,76	60			1 001	1 421	962	1 367	870	1 236	435	618	348	494
55,95	75			1 248	1 777	1 200	1 708	1 085	1 545	543	773	434	618
74,60	100			1 668	2 154	1 603	2 071	1 450	1 873	725	937	580	749
93,25	125			2 087	2 692	2 007	2 589	1 815	2 341	908	1 171	725	936
111,90	150			2 496	3 230	2 400	3 106	2 170	2 809	1 085	1 405	868	1 124
149,20	200			3 335	4 307	3 207	4 141	2 900	3 745	1 450	1 873	1 160	1 498
186,50	250									1 825	2 344	1 460	1 875
223,80	300									2 200	2 809	1 760	2 247
261,10	350									2 550	3 277	2 040	2 622
298,40	400									2 900	3 745	2 320	2 996
335,70	450									3 250	4 214	2 600	3 371
377,00	500									3 625	4 682	2 900	3 746

TABLA 430-152 Capacidad nominal máxima o ajuste de disparo de los dispositivos de protección para circuitos ramales de motores contra cortocircuito y falla a tierra.

Tipo de motor	**En porcentaje de la corriente a plena carga**			
	Fusible sin retardo de tiempo**	**Fusible con retar de tiempo ** (elemento dual)**	**Interruptor automático de disparo instantáneo**	**Interruptor automático de disparo inverso**
Monofásicos	300	175	800	250
Polifásicos de c.a. distintos a los de rotor devanado				
De jaula de ardilla:				
Todos menos los de diseño E	300	175	800	250
Los de diseño E	300	175	1 100	250
Sincrónicos ***	300	175	800	250
Con rotor devanado	150	150	800	150
De c.c.)voltaje constante)	150	150	250	150

* Los valores de la última columna también cubren las corrientes nominales de los interruptores automáticos de tipo inverso y no ajustables, que pueden estar modificados en el Artículo 430-52.

** Los valores de esta columna se aplican a fusible de Clase CC con retardo de tiempo

*** Los motores sincrónicos de bajo par y baja velocidad (usualmente 450 r.p.m. o menos), como los utilizados para accionar compresores alternativos (reciprocantes), bombas, etc. que arrancan sin carga, no requieren que la capacidad nominal de los fusibles o ajuste de los interruptores sea mayor al 200 % de la corriente a plena carga.

SECCIÓN 440. EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACIÓN

A. Generalidades

440-1. Alcance.- Las disposiciones de esta Sección se aplican a los equipos de aire acondicionado y refrigeración a motor y a los circuitos ramales y controladores de dichos equipos. Esta Sección establece las consideraciones especiales necesarias para los circuitos de alimentación de motocompresores con refrigerante hermético y de todos los equipos de aire acondicionado o refrigeración alimentados desde un circuito ramal que alimente también al motocompresor con refrigerante hermético.

440-2. Definiciones

Corriente de selección del circuito ramal.- La corriente de selección del circuito ramal es el valor en amperios (A) que se utiliza en lugar de la corriente a carga nominal para calcular las capacidades nominales de los conductores de los circuitos ramales para motores, medios de desconexión, controladores y dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra de los circuitos ramales, siempre que el dispositivo de protección en marcha contra sobrecargas permita una corriente sostenida superior al porcentaje especificado de corriente de la carga nominal. El valor de la corriente de selección del circuito ramal debe ser siempre igual o mayor que la corriente a carga nominal rotulada.

Motocomprensor con refrigerante hermético.- Conjunto de motor y compresor encerrados ambos en la misma carcasa sin ejes o sellos de ejes al exterior y el motor funcionando en el refrigerante.

Corriente a carga nominal.- Para un motocompresor con refrigerante hermético es la corriente resultante cuando funciona a su carga, voltaje y frecuencia nominales del equipo al cual sirve.

440-3. Otras Secciones

a) Sección 430.- Las disposiciones de esta Sección son complementarias o modifican las de la Sección 430 y otros de este Código, que se seguirán aplicando excepto las modificaciones de esta Sección.

b) Secciones 422, 424 o 430.- Las disposiciones de las Secciones 422, 424 o 430 se aplican a los equipos de aire acondicionado y refrigeración que no incorporen un motocompresor con refrigerante hermético. Estos equipos son dispositivos que emplean compresores refrigerantes accionados por motores convencionales, hornos con serpentines evaporados para aire acondicionado, unidades ventilador-serpentín, condensadores remotos de aire refrigerado forzado, refrigeradores comerciales remotos, etc.

c) Sección 422.- Los dispositivos tales como aparatos de aire acondicionado para cuartos, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, se deben considerar como artefactos, por lo que se les debe aplicar también las disposiciones de la Sección 422.

d) Otras Secciones aplicables.- Los circuitos de motocompresores con refrigerante hermético, sus controladores y equipos deben cumplir también las disposiciones aplicables siguientes:

Condensadores: Artículo 460-9
Garajes comerciales, hangares de aviones, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de distribución de combustibles, plantas de aplicación de pintura por rociado, inmersión y aplicación y lugares donde se inhalen gases anestésicos: Secciones 511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D.
Lugares peligrosos (clasificados): Secciones 500 a 503.
Estudios de cine, televisión y lugares similares: Sección 530.
Resistencias y reactancias: Sección 470.

440-4. Rotulado en motocompresores con refrigerante hermético y sus equipos.

a) Placa de características de motocompresores con refrigerante hermético.- Un motocompresor con refrigerante hermético debe estar dotado de una placa de características que indique el nombre del fabricante, la marca o símbolo comercial, la designación de la identificación, el número de fases, el voltaje y la frecuencia. El fabricante del equipo debe rotular la corriente a carga nominal en amperios (A) del motocompresor en la placa de características de este o del equipo con el que se utilice, o en ambas. En la placa de características del motocompresor se debe rotular también la corriente con el rotor bloqueado de cada motocompresor monofásico con una corriente de carga nominal de más de 9 A y 115 V o más de 4,5 A 230 V y de todos los motocompresores polifásicos. Cuando se utilice un dispositivo de protección térmico que cumpla lo establecido en los Artículos 440-52.a).2) y b).2), en la placa de características del motocompresor o del equipo deben aparecer también las palabras "Protegido Térmicamente" (Thermally Protected"). Cuando se utilice un sistema de protección que cumpla lo establecido en los Artículos 440-52.a).4 y b).4, que se suministre con el equipo, en la placa de características del equipo deben aparecer también las palabras "Sistema protegido térmicamente" (Thermally protected system"). Cuando especifique un sistema de protección que cumpla con lo establecido en los Artículos 440-52.a).4 y b).4), la placa de características del equipo debe llevar también los rótulos adecuados.

b) Equipos con varios motores y carga combinada.- Los equipos con varios motores y carga combinada deben llevar una placa de características visible, rotulada con el nombre del fabricante, voltaje del equipo, frecuencia y número de fases, capacidad de corriente mínima de los conductores del circuito de suministro y capacidad máxima del dispositivo del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra. La capacidad de corriente se debe calcular de acuerdo con la Parte D, contando todos los motores y otras cargas que operen al mismo tiempo. La capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra no debe superar el valor calculado según la Parte C. Si se utilizan equipos con varios motores y carga combinada conectados a dos o más circuitos, deben llevar rótulos con la anterior información para cada uno de los circuitos.

Excepciones:

1) *Se permite que un equipo con varios motores y carga combinada que, según lo establecido en esta Sección, sea apto para conectarlo a un solo circuito ramal monofásico de 15 o 20 A-120 V o de 15 A-208 o 240 V, vaya rotulado como si fuese una sola carga.*
2) *Los acondicionadores de aire para cuartos, como establece la Parte G de la Sección 440.*

c) Corriente de selección del circuito ramal.- Un motocompresor con refrigerante hermético o un equipo que incorpore un compresor de ese tipo, con sistema de protección aprobado para usarlo con el motocompresor y que permita una corriente continua superior al porcentaje especificado de la corriente a carga nominal que aparece en la placa de características dedo en el Artículo 440-52.b).2) o b).4). Este rótulo lo debe proporcionar el fabricar del equipo en la placa o placas de características en la que aparezca la corriente a carga nominal.

440-5. Rótulos en los controladores.- Un controlador se debe rotular con el nombre del fabricante, marca o símbolo comercial; con su designación de identificación, tensión, número de fases, corriente nominal (o potencia nominal) a plena carga y con rotor bloqueado y con los demás datos que sean necesarios para indicar claramente el motocompresor con el cual se puede utilizar.

440-6. Capacidad de corriente capacidad nominal.- La sección transversal de los conductores de los equipos a los que se refiere esta Sección, se debe seleccionar de la Tablas 310-16 a 310-19 o calcular según el Artículo 310-15, como sea aplicable. La capacidad de corriente requerida para los conductores y la capacidad de nominal de los equipos se determinará como sigue:

a) Motocompresores con refrigerante hermético.- En los motocompresores con refrigerante hermético, se debe tomar la corriente a carga nominal que aparezca en la placa de características del equipo en el que esté instalado el motocompresor para calcular la capacidad nominal de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito ramal, del controlador, del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra y del dispositivo independiente de protección, del motor contra sobrecarga. Cuando en la placa de características del equipo no aparezca la corriente a carga nominal, se debe tomar la corriente a carga nominal que aparezca en la placa del motocompresor. En cuanto a los medios de desconexión y controladores, véase también los Artículos 440-12 y 440-41.

Excepciones:

1) *Cuando así se rotule, para calcular la capacidad nominal de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito ramal, del controlador y del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra se debe tomar la corriente de selección del circuito ramal, en lugar de la corriente a carga nominal.*
2) *Lo permitido en el Artículo 440-22.b) para dispositivos de protección del ramal contra cortocircuito y falla a tierra de los equipos conectados con cordón y clavija.*

b) Equipos con varios motores.- En los equipos con varios motores que utilicen un motor con polo sombreado o con condensador dividido permanentemente, para ventilador o soplador, para calcular la capacidad de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito ramal, del controlador, del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra y del dispositivo independiente del protección del motor que aparezca en la placa de características del equipo con el que se utilice el motor del ventilador o del soplador, en lugar de su potencia nominal. Estas indicaciones en el rótulo de la placa de características del equipo no deben ser menores que la corriente rotulada en la placa de características del motor de ventilador o del soplador.

440-7. Motor de mayor potencia nominal.- Al calcular si los equipos de aire acondicionado y refrigeración cumplen con esta Sección y con los Artículos 430-24, 430-53.b) y c) y 430-62.a), se debe considerar que le motor de mayor potencia nominal es el de mayor corriente a carga nominal. Cuando haya dos o más motores que tengan la misma corriente a carga nominal, se debe considerar que el mayor es cualquier de ellos. Para motores distintos a los de motocompresor con refrigerante hermético o los de ventiladores o sopladores a los que se refiere el Artículo 440-6.b), la corriente a plena carga que se toma para calcular el mayor motor debe ser el valor correspondiente a la potencia nominal del motor en W (o HP) según las Tablas 430-148, 430-149 o 430-150.

Excepción: Para determinar cuál es el motocompresor de mayor potencia nominal, se debe utilizar la corriente de selección del circuito ramal, si aparece rotulada, en lugar de la corriente a carga nominal.

440-8. Máquina única.- A efectos de los establecido en los Artículos 430-87 Excepción y 430-112 Excepción, un sistema de aire acondicionado o refrigeración se debe considerar como una sola máquina. Se permite que los motores estén ubicados remotamente uno del otro.

B. Medios de desconexión

440-11. Generalidades.- Las disposiciones de esta Parte B exigen medios de desconexión capaces de desconectar del circuito alimentador los equipos de aire acondicionado y refrigeración, incluidos los motocompresores y controladores. Véase la Figura 430-1.

440-12. Capacidad de corriente y capacidad de interrupción

a) Motocompresores con refrigerante hermético.- El medio de desconexión para un motocompresor con refrigerante hermético se debe seleccionar sobre la base de la corriente a carga nominal que aparezca en la placa de características o la corriente de selección del circuito ramal, la que sea mayor, y de la corriente con rotor bloqueado, respectivamente, del motocompresor, de acuerdo con los siguiente:

1) La capacidad nominal en A debe ser la mayor de estos dos valores: un 115 % como mínimo de la corriente a carga nominal de la placa de características o la corriente de selección del circuito ramal.

2) Para determinar la potencia equivalente en W (o HP) de acuerdo con los requisitos del Artículo 430-109, se debe elegir en las Tablas 430-148, 430-149 o 430-150 la potencia nominal correspondiente al mayor de estos dos valores: la corriente a carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal, también la potencia nominal según las Tablas 430-151ª o 430-151B correspondiente a la corriente a rotor bloqueado. Cuando la corriente a carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal y a rotor bloqueado, por placa de características no correspondan con le las Tablas 430-148, 430-149, 430-150, 430.151ª o 430-151B, se debe tomar el valor de potencia inmediatamente superior. Si se obtienen distintas potencias al aplicar estas Tablas, se debe seleccionar una igual como mínimo al mayor de los valores obtenidos.

b) Cargas combinadas.- Cuando se usen uno o más motocompresores con refrigerante hermético juntos o en combinación con otros motores o cargas y cuando todas las cargas combinadas puedan estar conectadas simultáneamente a un solo medio de desconexión, la capacidad nominal de las cargas combinadas se debe calcular del siguiente modo:

1) La potencia nominal del medio de desconexión se debe calcular sumando todas las corrientes, incluso las cargas resistivas, en condiciones de carga nominal y con rotor bloqueado. A efectos de este requisito, la suma de las corrientes a la carga nominal y de las corrientes a rotor bloqueado así calculada, se debe considerar como un solo motor, de acuerdo con lo siguiente:

a. En las tablas 430-148, 430-149 o 430-150 se toma la corriente a plena carga equivalente a la potencia nominal de cada motor que no sea motocompresor con refrigerante hermético o el motor de un ventilador o soplador, como se establece en el Artículo 440-6.b). Estas corrientes a plena carga se deben sumar al mayor de estos valores: la corriente o corrientes de los motocompresores a la carga nominal o a la corriente o corrientes calculadas del circuito ramal, y además a la corriente nominal en A de las demás cargas, con lo que se obtiene la corriente equivalente a plena carga de todas las cargas combinadas.

b. De las Tablas 430-151ª o 430-151B se debe seleccionar la corriente a rotor bloqueado equivalente a la potencia nominal de cada motor, excepto los motocompresores con refrigerante hermético. Para los motores de ventiladores y sopladores de polo sombreado o condensador dividido permanentemente, rotulados con la corriente a rotor bloqueado, se debe tomar el valor rotulado. Las corrientes a rotor bloqueado de los motocompresores y a la corriente nominal en A de las demás cargas, con lo que se obtiene la corriente equivalente a rotor bloqueado de las cargas combinadas. Cuando no se puedan arrancar simultáneamente dos o más motores u otras cargas, como calentadores por resistencia, o ambos a la vez, un medio aceptable de calcular la corriente a rotor bloqueado equivalente de todas las cargas combinadas es tomar el mayor de estos dos valores: la suma de las corrientes de todas las cargas a rotor bloqueado y a carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal.

Excepción: *Cuando parte de las cargas instaladas sea una carga resistiva y el medio de desconexión consista en un interruptor con valor nominal en W (o HP) y A, si la corriente nominal en A del interruptor no es menor a la de la carga a rotor bloqueado más la carga resistiva, se permite que el interruptor utilizado tenga un valor nominal en W (HP) no menor a las cargas combinadas de los motocompresores y otros motores en condición de rotor bloqueado.*

2) La capacidad de corriente del medio de desconexión debe ser como mínimo el 115 % de la suma de todas las corrientes a la carga nominal, calculadas según el Artículo 440-12.b).1).

c) Pequeños motocompresores.- Para motocompresores pequeños que no lleven rotulada en su placa de características la corriente a rotor bloqueado o para motores pequeños que no aparezcan en las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 o 430-150, se debe suponer que la corriente a rotor bloqueado es seis veces la corriente a carga nominal. Véase el Artículo 440-3.a).

d) Interruptores.- Todos los medios de desconexión del circuito del motocompresor con refrigerante hermético, instalados entre el punto de conexión a la red de suministro y el punto de conexión del motocompresor, deben cumplir lo establecido en el Artículo 440-12.

e) Medio de desconexión de potencia nominal superior a 74,6 kW (100 HP).- Cuando la corriente a rotor bloqueado o a la carga nominal, calculada según los anteriores apartados, requiera un medio de desconexión de más de 74,6 kW (100 HP) nominales, se debe aplicar lo establecido en el Artículo 430-19 Excepción No. 5.

440-13. Equipos conectados por cordón y clavija.- En los equipos conectados con cordón y clavija, como acondicionadores de aire para cuartos, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, se permite utilizar como medio de desconexión un conector separable o una clavija y tomacorriente. Véase también el Artículo 440-63.

440-14. Ubicación.- El medio de desconexión debe estar ubicado a la vista del equipo de aire acondicionado o refrigeración y ser fácilmente accesible. Se permite que el medio de desconexión esté instalado en o dentro del equipo de aire acondicionado o refrigeración.

Excepciones:

1) *No es necesario que el medio de desconexión esté a la vista del equipo cuando dicho medio, si cumple lo establecido en el Artículo 430-102.a), pueda quedar bloqueado en posición de "abierto" y el equipo de refrigeración o aire acondicionado sea esencial para un proceso industrial en una instalación cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que los equipos sólo son atendidos por personas calificadas.*
2) *Los aparatos conectados con cordón y clavija.*

NOTA.- Para otros requisitos, véase la Sección 430 Parte G e I.

C. Dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra

440-20. Generalidades.- Las disposiciones de esta Parte C fijan las especificaciones de los dispositivos que protegen contra cortocircuito y falla a tierra a los conductores de los circuitos ramales, equipos de control y motores de los circuitos que alimentan motocompresores con refrigerante hermético. Estas disposiciones son complementarias o modifican a las de la Sección 240.

440-22. Selección y aplicaciones

a) Corriente nominal o ajuste de disparo para motocompresores individuales.- El dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe ser capaz de soportar la corriente de arranque del motor. Se permite un dispositivo de protección cuya corriente nominal o de ajuste sea la mayor de estos dos valores: el 175 % de la corriente a carga nominal del motocompresor o la corriente de selección del circuito ramal, siempre que, si la protección especificada no es suficiente para la corriente de arranque del motor, se pueda aumentar la corriente nominal o de disparo pero que no supere el mayor de estos dos valores: el 225 % de la corriente a carga nominal del motocompresor o la corriente de selección del circuito ramal.

> *Excepción:* *No se permite que la capacidad de corriente del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra sea menor a 15 A.*

b) Corriente nominal o ajuste de disparo para equipos.- El dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe ser capaz de soportar la corriente de arranque de los equipos. Cuando la única carga del circuito sea un motocompresor con refrigerante hermético, el dispositivo de protección debe cumplir lo establecido en el Artículo 440-22.a). Cuando el equipo incorpore más de un motocompresor con refrigerante hermético o un motocompresor con otros motores o cargas, el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe cumplir lo establecido en el Artículo 430-53, y además lo siguiente:

1) Cuando la mayor carga conectada al circuito sea el motocompresor con refrigerante hermético, la capacidad de corriente o ajuste de disparo del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra no debe superar al valor especificado en el Artículo 440-22.a) para el mayor motocompresor, más la suma de la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal, la que sea mayor, de todos los demás motocompresores y de las capacidades nominales de las otras cargas alimentadas.

2) Cuando la mayor carga conectada al circuito no sea el motocompresor con refrigerante hermético, la capacidad de corriente o ajuste de disparo del dispositivo de control del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra no debe superar al mayor de estos dos valores: la suma de las corrientes a la carga nominal o de la corriente de selección del circuito ramal, para los motocompresores, más el valor especificado en el Artículo 430-53.c).4) cuando se alimenten otras cargas de motores, o el valor especificado en el Artículo 240-3 cuando solamente se alimenten cargas que no sean de motores del motocompresor o motocompresores.

Excepciones:

1) *Se permite que un equipo que se arranque y funciones a 15 0 20 A-120 V o a 15 A-208 o 240 V, conectado a un circuito ramal monofásico, esté protegido por el dispositivo de protección contra sobrecorriente de 15 o 20 A del circuito ramal, pero si la corriente máxima del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra, rotulada en la placa de características del equipo, es menor a estos valores, el dispositivo en la placa de características del equipo.*
2) *Para determinar los requisitos del circuito ramal, se deben utilizar los valores nominales rotulados en la placa de características de los equipos conectados con cordón y clavija para circuitos monofásicos de 250 V máximo, como refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, y cada unidad se debe considerar como un solo motor, excepto si se indica otra cosa en la placa de características.*

c) Capacidad nominal de los dispositivos de protección que no exceden los valores del fabricante.- Cuando la capacidad de corriente máxima de los dispositivos de protección que aparezcan en la tabla de elementos calentadores, dada por el fabricante para usar con un controlador de motores, sea menor a las capacidades nominales o de ajuste seleccionados de acuerdo con el Artículo 440-22.a) y b), la corriente nominal del dispositivo de protección no debe superar los valores rotulados por el fabricante en el equipo.

D: Conductores del circuito ramal

440-31. Generalidades.- Las disposiciones de esta Parte D y de la Sección 310 especifican las capacidades de corriente de los conductores que deban transportar la corriente del motor sin sobrecalentamiento en condiciones especificadas, excepto lo modificado por el Artículo 440-6.a) Excepción No. 1.

Las disposiciones de estas Secciones no se aplican a los conductores integrados con los motores, controladores de motores y similares ni a los conductores que formen parte integral de un equipo aprobado.

NOTA.- En los Artículos 300-1.B) y 310-1 se establecen requisitos similares.

440-32. Un solo motocompresor.- Los conductores de los circuitos ramales que alimentan un solo motocompresor, deben tener una capacidad de corriente no menor al 125 % del mayor de estos dos valores: la corriente a carga nominal del motocompresor o la corriente de selección del circuito ramal.

430-33. Motocompresores con o sin cargas adicionales de motores.- Los conductores de los circuitos que alimenten uno o más motocompresores con o sin cargas adicionales, deben tener una capacidad de corriente no menor al mayor de estos valores: la suma de las corrientes a la carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal, de todos los motocompresores, más las corrientes a plena carga de los demás motores más el 25 % de la capacidad nominal del mayor motor o motocompresor del grupo.

Excepciones:

1) *Cuando el circuito esté enclavado, de manera que se impida el arranque y el funcionamiento de un segundo motocompresor o grupo de motocompresores, la sección transversal de los conductores se calcula a partir del mayor motocompresos o grupo de motocompresores que pueda estar funcionando en un momento dado.*
2) *Los acondicionadores de aire para cuartos, como establece la Sección 440 Parte G.*

440-34. Cargas combinadas.- Los conductores que den suministro a carga de motocompresores adicional a cargas de alumbrado o artefactos, como establece la Sección 220 y otras aplicables, deben tener una capacidad de corriente suficiente para la carga de alumbrado o artefactos más la capacidad de corriente necesaria para la carga del motocompresor, calculada según el Artículo 440-33 o, si se trata de un solo motocompresor, el Artículo 440-32.

Excepción: Cuando el circuito esté enclavado, de manera que se impida el arranque y el funcionamiento del motocompresor y todas las demás cargas conectadas, la sección transversal de los conductores se calcula a partir del mayor motocompresor y otras cargas que pueda estar funcionando en un momento dado.

440-35. Equipos con varios motores y cargas combinadas.- La capacidad de corriente de los conductores de los circuitos con varios motores y cargas combinadas, no debe ser menor a la capacidad de corriente mínima del circuito rotulada en la placa de características del equipo, de acuerdo con el Artículo 440-4.b).

E. Controladores de motocompresores

440-41. Capacidad nominal

a) Controlador de un motocompresor.- Un controlados de un motocompresor debe tener una corriente nominal para plena carga y servicio continuo y una corriente nominal para rotor bloqueado no menor a la mayor de estas dos corrientes: La corriente a carga nominal que aparezca en la placa de características o la corriente de selección del circuito ramal, y la corriente a rotor bloqueado, respectivamente, del motocompresor (véanse los Artículos 440-6 y 440-7). Si la capacidad del controlador del motor está dada en W (o HP) y no se dan uno o los dos anteriores valores de corriente, las corrientes equivalentes se deben calcular a partir de las Tablas 430-148, 430-149 o 430-150 para determinar la corriente equivalente a plena carga, o las Tablas 430-151ª o 430-151B para determinar la corriente equivalente a rotor bloqueado.

b) Controlador que sirve para más de una carga.- Un controlador para más de un motocompresor o un motocompresor y otras cargas debe tener una capacidad nominal de corriente a plena carga y servicio continuo y una corriente nominal a rotor bloqueado no menor a la suma de todas las cargas, calculadas según el Artículo 440-12.b).

F. Protección contra sobrecarga del motocompresor y del circuito ramal

440-51. Generalidades.- Las disposiciones de esta Parte F especifican los dispositivos destinados para proteger el motocompresor, los equipos de control y los conductores del circuito ramal contra sobrecalentamiento debido a sobrecargas y fallas de arranque del motor. Véase el Artículo 240-3.e) a h).

NOTA.- Una sobrecarga de un aparato manejado eléctricamente es una sobrecorriente producida durante su funcionamiento que, si se mantiene durante un tiempo suficientemente largo, podría causar daños o sobrecalentamientos peligrosos. La sobrecarga no es un cortocircuito ni una falla a tierra.

440-52. Selección y aplicaciones

a) Protección de motocompresores.- Todos los motocompresores deben estar protegidos contra sobrecargas y fallas de arranque, por uno de los siguientes medios:

1) Un relee independiente de sobrecarga que sea sensible a la corriente del motocompresor. Este dispositivo se debe seleccionar para que se dispare a una corriente no superior al 140 % de la corriente a carga nominal del motocompresor.

2) Un dispositivo de protección térmico integrado con el motocompresor y aprobado para usarlo con el mismo, que lo proteja de modo que le evite sobrecalentamientos peligrosos debidos a sobrecargas o a fallas de arranque. Si el dispositivo de interrupción de corriente esta separado del motocompresor y su circuito de control está operado protegido por una protección integrada en el motocompresor, se debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se interrumpa la corriente hacia el motocompresor.

3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso que sea sensible a la corriente del motor y que pueda servir también como dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra. Este dispositivo debe tener una capacidad nominal de corriente no superior al 125 % de la corriente del motocompresor a carga nominal. Debe producir un retardo suficiente para que el motocompresor se arranque y acelere hasta su velocidad de régimen. El equipo o el motocompresor deben ir rotulados con esa corriente nominal máxima del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso.

4) Un sistema de protección suministrado o especificado y aprobado para usarlo con el motocompresor, que lo proteja de modo que le evite el sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecargas o fallas de arranque. Si el dispositivo de corte de corriente está separado del motocompresor y su circuito de control está operado por un dispositivo de protección que no está integrado al dispositivo de interrupción de corriente, se

debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se interrumpa la corriente hacia el motocompresor.

b) Protección de los aparatos de control de motocompresores y de los conductores del circuito ramal.- Los controladores, los medios de desconexión y los conductores de los circuitos ramales de motocompresores, deben ir protegidos contra sobrecorrientes debidas a sobrecargas y fallas de arranque del motor, por uno de los siguientes medios que se permite que sean el mismo dispositivo o sistema de protección del motocompresor, de acuerdo con el Artículo 440-52.a).

Excepción: *Los motocompresores y equipos conectados a circuitos ramales monofásicos de 15 o 20 A, como establecen los Artículos 440-54 y 440-55.*

1) Un relee de sobrecarga seleccionado como se establece en el Artículo 440-52.a).1).

2) Un dispositivo de protección térmico aplicado como establece el Artículo 440-52.a).2) y que no permita que circule continuamente una corriente superior al 156 % de la corriente a carga nominal o la corriente de selección del circuito ramal rotuladas.

3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso, seleccionado según el Artículo 440-52.a).3).

4) Un sistema de protección según el Artículo 440-52.a).4) y que no permita que circule continuamente una corriente superior al 156 % de la corriente a carga nominal o de la corriente de selección del circuito ramal rotuladas.

440-53. Relees de sobrecarga.- Los relees y otros dispositivos de sobrecarga para la protección de motores que no sean capaces de abrir cortocircuitos, deben estar protegidos por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso cuya corriente nominal o ajuste de disparo cumpla lo establecido en la Parte C, a no ser que estén aprobados para instalación en grupo o para motores con devanado partido y rotulados de modo que se indique la corriente máxima del fusible o interruptor automático de tiempo inverso por los cuales están protegidos.

Excepción: *Se permite que la corriente nominal de los fusibles o interruptores automáticos del tiempo inverso esté rotulada en la placa de características de los equipos aprobados en los que se use relee u otro dispositivo de protección contra sobrecarga.*

440-54. Motocompresores y equipos en circuitos ramales de 15 o 20 A No conectados por cordón y clavija.- Se permite utilizar dispositivos de protección contra sobrecarga para motocompresores y equipos conectados a circuitos monofásicos de 15 o 20 A – 120 V o 15 A – 208 o 240 V, como se permite en la Sección 210, como se establece en las siguientes condiciones a) y b).

a) Protección contra sobrecarga.- El motocompresor debe llevar protección contra sobrecarga, seleccionada tal como se especifica en el Artículo 44-52.a). Tanto el controlador como la protección del motor contra sobrecarga deben estar aprobados para su instalación con el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra al cual esté conectado el equipo.

b) Retardo de tiempo.- El dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe tener un retardo suficiente que permita que el motocompresor y otros motores conectados arranquen u aceleren sus cargas hasta su velocidad de régimen.

440-55. Motocompresores y equipos en circuitos ramales de 15 o 20 A y conectados por cordón y clavija.- Se permite utilizar dispositivos de protección contra sobrecarga para motocompresores y equipos conectados con cordón y clavija a circuitos ramales monofásicos de 15 0 20 A – 120 V o 15 A – 208 o 240 V, según autoriza la sección 210, como se establece en las siguientes condiciones a), b) y c).

a) Protección contra sobrecarga.- El motocompresor debe llevar protección contra sobrecarga, seleccionada tal como se especifica en el Artículo 440-52.a). Tanto el controlador como la protección del motor contra sobrecarga deben estar aprobados para su instalación con el dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra al cual esté conectado el equipo.

b) Capacidad nominal de la clavija y del tomacorriente.- La capacidad nominal de la clavija y del tomacorriente no debe ser superior a 20 A – 125 V o 15 A – 250 V.

c) Retardo de tiempo.- El dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra debe tener un retardo suficiente que permita que el motocompresor y otros motores conectados arranquen y aceleren sus cargas hasta su velocidad de régimen.

G. Disposiciones para los acondicionadores de aire para cuartos

440-60. Generalidades.- Las disposiciones de esta Parte G se aplican a los acondicionadores de aire eléctricos de los cuartos y que controlan la temperatura y la humedad. A efectos de los establecido en esta Parte G, un acondicionador de aire para cuarto (con o sin calefacción) es un artefacto conectado a la corriente alterna, de tipo de ventana, de consola o de pared que se instala en la bóveda que debe acondicionar y que lleva uno o más motocompresores con refrigerante hermético. Las disposiciones de esta Parte G se aplican a los equipos monofásicos hasta 250 V máximo. Se permite que estos equipos estén conectados con cordón y clavija.

Un acondicionador de aire designado trifásico o para más de 250 V nominales, debe ir conectado directamente a un método de alambrado reconocido en el Capítulo 3 y no está sometido a las disposiciones de esta Parte G.

440-61. Puesta a tierra.- Los acondicionadores de aire para cuartos deben estar puestos a tierra, de acuerdo con los Artículo 250-42, 250-43 y 250-45.

440-62. Requisitos de los circuitos ramales

a) Acondicionadores de aire para cuartos como una sola unidad de motor.- A efectos de cálculo de los requisitos del circuito ramal, un acondicionador de aire para cuarto se debe considerar como una sola unidad de motor, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

1) Vaya conectado con cordón y clavija.

2) Se designe como monofásico y para no mas de 40 A y 250 V nominales.

3) Aparezca en su placa de características la corriente total a la carga nominal, en lugar de las corrientes individuales de cada motor.

4) La capacidad nominal de corriente del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra no supere el menor de estos dos valores: la capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal o la del tomacorriente.

b) Cuando no se alimente otras cargas.- Cuando no haya otras cargas conectada al circuito, la capacidad nominal de corriente total rotulada en acondicionadores de aire para cuartos conectados con cordón y clavija, no debe superar el 80 % de la capacidad de corriente del circuito ramal.

c) Cuando también se alimenten unidades de alumbrado o artefactos.- Cuando haya conectados al circuito unidades de alumbrado u otros artefactos eléctricos, la capacidad de corriente total rotulada en los acondicionadores de aire para cuartos, conectados con cordón y clavija, no debe superar el 50 % de la capacidad de corriente del circuito ramal.

440-63. Medios de desconexión.- Se permite que la clavija y el tomacorriente de un acondicionador de aire para cuarto, monofásico a 250 V o menos, sirvan como medio de desconexión, si: 1) los controles del acondicionador de aire son fácilmente accesibles y están ubicados a menos de 1,80 m del piso, o 2) se instala un interruptor manual aprobado en un lugar fácilmente accesible y a la vista del acondicionador de aire.

440-64. Cordones de alimentación.- Cuando se utilice un cordón flexible para alimentar un acondicionador de aire autónomo, su longitud no debe ser superior a: 1) 3,0 m, para acondicionadores de 120 V nominales, o 2) 1,80 m, para acondicionadores de 208 o 240 V nominales.

SECCIÓN 445. GENERADORES

445-1. Generalidades.- Los generadores, su alambrado y equipo asociados deben cumplir además de esta Sección con las disposiciones de las Secciones 230, 250, 695, 700, 701, 702 y 705.

445-2. Ubicación.- Los generadores deben ser de tipo adecuado al lugar donde vayan a estar instalados. Además deben cumplir los requisitos que establece el Artículo 430-14 para motores. Los generadores instalados en lugares peligrosos (clasificados), tal como se describe en las Secciones 500 a 503, o en otros lugares de los descritos en las Secciones 510 a 517 y en las Secciones 520, 530 y 665, deben cumplir también las disposiciones correspondientes de dichas Secciones.

445-3. Rotulado.- Todos los generadores deben llevar una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, frecuencia nominal, factor de potencia, número de fases si son de corriente alterna, potencia nominal en kW o kVA, V y A normales correspondientes a su potencia nominal, velocidad en revoluciones por minuto, clase de aislamiento, temperatura nominal de funcionamiento o aumento nominal de la temperatura y su tiempo nominal de funcionamiento.

445-4. Protección contra sobrecorriente

a) Generadores de tensión constante.- Los generadores de tensión constante, excepto los excitadores de generadores de corriente alterna, deben estar protegidos contra sobrecargas mediante diseño inherente, por interruptores automáticos, fusibles u otro medio interno aceptable de protección contra sobrecorriente, adecuado para las condiciones de uso.

b) Generadores bifilares.- Se permite que los generadores bifilares de corriente continua estén protegidos contra sobrecorriente sólo en un conductor si el dispositivo de protección está accionado por toda la corriente generada distinta a la del campo inductor en derivación. El dispositivo de protección no debe abrir el campo inductor en derivación.

c) De 65 V o menos.- Los generadores bifilares de corriente continua que se utilicen junto con grupos compensadores para obtener neutros de circuitos trefilares, deben ir equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente que desconecten el sistema trifilar si se produce un desbalanceo excesivo de tensiones o corrientes.

e) Generador trefilares de corriente continua.- Los generadores trefilares de corriente continua, con devanado o en derivación deben ir equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente, uno de cada terminal del inducido (armadura) y conectados de modo que se accionen cuando pase toda la corriente del inducido. Dichos dispositivos de protección contra sobrecorriente deben ser interruptores automáticos bipolares y doble bobina o tetrapolares, conectados a los terminales principal y del compensador y que se disparen a través de dos dispositivos de protección contra sobrecorriente, uno en cada terminal del inducido. Dichos

dispositivos de protección deben estar enclavados de modo que no se pueda abrir ningún polo sin que se desconecten simultáneamente del sistema los dos terminales del inducido.

Excepción a los anteriores apartados a) hasta e): Cuando, según la autoridad competente, un generador sea vital para el funcionamiento de una instalación eléctrica y deba funcionar hasta fallar para evitar mayores riesgos a las personas. Se permite que el dispositivo o dispositivos de sobrecarga estén conectados a un anunciador o alarma supervisados por personal autorizado, en lugar de interrumpir el circuito del generador.

445-5. Capacidad de corriente de los conductores.- La capacidad de corriente de los conductores de fase que salen de los terminales del generador hasta el primer dispositivo de protección contra sobrecorriente, no debe ser menor al 115 % de la corriente nominal que aparezca en la placa de características del generador. Se permite que los conductores del neutro se dimensionen de acuerdo con el Artículo 220-22. Los conductores que deban transportar corrientes de falla a tierra no deben ser menores de los que establece el Artículo 250-23.b).

Excepciones:

1) *Cuando el diseño y funcionamiento del generador eviten las sobrecargas, la capacidad de corriente de los conductores no debe ser menor al 100 % de la corriente nominal que aparezca en la placa de características del generador.*
2) *Cuando los terminales instalados por el fabricante del generador estén conectados directamente a un dispositivo de sobrecorriente que forme parte integral del grupo electrógeno.*
3) *Los conductores del neutro de generadores de corriente continua que deben dejar pasar las corrientes de falla a tierra, no deben ser menores que el tamaño mínimo requerido del mayor conductor de fase.*

445-6. Protección de las partes energizadas.- Las partes energizadas de los generadores que funcionen a más de 50 V a tierra, no deben estar expuestas a contactos accidentales cuando sean accesibles a personas no calificadas.

445-7. Resguardo para operadores.- Cuando sea necesario para la seguridad de las personas que atienden y operan el equipo, se debe aplicar los requisitos del Artículo 430-133.

445-8. Pasacables.- Cuando los cables pasen por una abertura de un encerramiento, caja de conduit, se deben proteger con un pasacables de los bordes cortantes de dicha abertura. La superficie del pasacables que puedan estar en contacto con los cables, debe ser lisa y redondeada. Si se usa el pasacables en lugares donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, debe ser de un material que no resulte afectado por ellos.

SECCIÓN 450. TRANSFORMADORES Y BÓVEDAS PARA TRANSFORMADORES (Incluyendo barrajes del secundario)

450-1. Alcance.- Esta Sección trata de la instalación de todos los transformadores.

Excepciones:

1) *Los transformadores de corriente.*
2) *Los transformadores tipo seco que formen parte de otro equipo y cumplan los requisitos de dicho equipo.*

3) *Los transformadores que formen parte integral de un equipo de rayos X, de altafrecuencia o de recubrimiento electrostático.*
4) *Los transformadores utilizados con circuitos de Clase 2 y Clase 3 que cumplan con la Sección 725.*
5) *Los transformadores de anuncios luminosos y luces de contorno que cumplan con la Sección 600.*
6) *Los transformadores de equipos de alumbrado por descarga que cumplan con la Sección 410.*
7) *Los transformadores utilizados con circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada que cumplan con la Parte C de la Sección 760.*
8) *Los transformadores utilizados en investigación, desarrollo o ensayos cuando se tomen las medidas necesarias para proteger a las personas contra el contacto con sus partes energizadas.*

Esta Sección trata además de la instalación de transformadores dedicados a suministrar corriente a instalaciones de bombas contra incendios, según las modificaciones de la Sección 695.

Esta Sección trata también de la instalación de transformadores en lugares peligrosos (clasificados), según las modificaciones de las Secciones 501 a 504.

A. Disposiciones Generales

450-2. Definiciones.- A efectos de esta Sección:
Transformador.- Mientras no se indique otra cosa en esta sección, la palabra “transformador” significa un transformador individual, monofásico o polifásico, identificado por una sola placa de características.

450-3. Protección contra sobrecorriente.- La protección de los transformadores contra sobrecorriente debe cumplir los siguientes apartados a), b) o c). Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente del secundario consista en no más de seis interruptores automáticos o seis juegos de fusibles agrupados en el mismo lugar. Cuando se utilicen varios dispositivos de protección contra sobrecorriente, la capacidad nominal de todos ellos no debe superar el valor permitido de un solo dispositivo de sobrecorriente. Si se utilizan al mismo tiempo fusibles e interruptores automáticos como protección contra sobrecorriente, la corriente total del dispositivo de protección no debe superar la de los fusibles. Tal como se utiliza en esta Sección, la palabra “transformador” significa un transformador o un banco polofásico de dos o más transformadores monofásicos que funcionan como una unidad.

NOTAS.-

1) Para la protección de los conductores contra sobrecorriente, véase los Artículos 240-3, 240-21 y 240-100.
2) Las cargas no lineales pueden hacer que aumente el calor de un transformador sin que opere su dispositivo de protección contra sobrecorriente.

a) Transformadores de más de 600 V nominales

1) Primario y secundario.- Todos los transformadores de más de 600 V nominales deben tener dispositivos de protección en primario y secundario, de corriente nominal o ajuste de disparo tal que se abran a un valor no superior al de la corriente nominal del transformador, tal como establece la Tabla 450-3.a).1). Los fusibles actuados electrónicamente que se pueden programar para que se abran a una corriente específica, deben programarse de acuerdo con los ajustes para los interruptores automáticos.

<u>*Excepciones:*</u>

1) *Cuando la corriente nominal de un fusible o interruptor automático no corresponda con los valores estándares, se permite aplicar el valor inmediatamente superior.*
2) *Lo que establece en a) 2) adelante.*

TABLA 450-3.a).1) Transformadores de más de 600 V

Corriente nominal máxima o ajuste de disparo del dispositivo contra sobrecorriente (porcentaje)					
Impedancia nominal del transformador	Primario		Secundario		
	De más de 600 V		De más de 600 V		Hasta 600 V
	Ajuste del interruptor automático	Corriente nominal del fusible	Ajuste del interruptor automático	Corriente nominal del fusible	Ajuste del interruptor automático o corriente nominal del fusible
Hasta 6 %	600 %	300 %	300 %	250 %	125 %
Más de 6 % y hasta 10 %	400 %	300 %	250 %	225 %	125 %

2) **Instalaciones con supervisión.-** Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que las instalaciones de transformadores sólo son supervisadas y atendida por personas calificadas, se permite instalar dispositivos de protección contra sobrecorriente como se establece en el apartado siguiente a:

a. Primario.- Todos los transformadores de más de 600 V nominales deben ir protegidos por un dispositivo individual de protección contra sobrecorriente en el lado del primario.

Cuando se utilicen fusibles, su capacidad continua de corriente no debe superar el 250 % de la corriente nominal del primario del transformador. Cuando se utilicen interruptores automáticos o fusibles actuados electrónicamente, se deben programar a no más del 300 % de la corriente nominal del primario del transformador.

Excepciones:

1) *Cuando la corriente nominal requerida de un fusible o ajuste de un interruptor automático no corresponda con los valores estándares, se permite aplicar el valor inmediatamente superior.*
2) *No es necesario un dispositivo individual de sobrecorriente cuando el dispositivo de protección del primario ofrezca la protección especificada en esta Sección.*
3) *Lo que establece el siguiente apartado 3).a).2).b.*

b. Primario y secundario.- Cuando un transformador de más de 600 V nominales tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente en el lado del secundario de valor nominal o ajustado para que se abra a valores no superiores a los de la Tabla 450-3.a).2).b o equipado con un dispositivo mixto de protección térmica y contra sobrecargas instalado por el fabricante, no se requiere que tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente conectado al primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador al primario tenga una corriente nominal o esté ajustado para que se abra a valores no mayores a los dados por la Tabla 450-3.a).2).b.

TABLA 450-3.a).2) Transformadores de más de 600 V en lugares supervisados

Corriente nominal máxima o ajuste de disparo del dispositivo contra sobrecorriente (porcentaje)					
Impedancia nominal del transformador	Primario		Secundario		
	De más de 600 V		De más de 600 V		Hasta 600 V
	Ajuste del interruptor automático	Corriente nominal del fusible	Ajuste del interruptor automático	Corriente nominal del fusible	Ajuste del interruptor automático o corriente nominal del fusible
Hasta 6 %	600 %	300 %	300 %	250 %	250 %
Más de 6 % y hasta 10 %	400 %	300 %	250 %	225 %	250 %

b) Transformadores de 600 V nominales o menos.- Los dispositivos de protección contra sobrecorrriente de los transformadores de 600 V nominales o menos deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados 1) o 2).

1) Primario.- Todos los transformadores de 600 V nominales o menos deben ir protegidos por un dispositivo individual de protección contra sobrecorriente en el primario, de valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 125 % de la corriente nominal del primario del transformador.

Excepciones:

1) *Cuando la corriente nominal del primario del transformador sea de 9 A o más y el 125 % de esa corriente no corresponda a los valores estándar de un fusible o un interruptor automático no ajustable, se permite tomar el valor inmediato superior al establecido en el Artículo 240-6. Cuando la corriente nominal del primario sea menor a 9 A, se permite instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de capacidad nominal o ajuste de disparo no mayor al 167 % de la corriente del primario. Cuando la corriente nominal del primario sea menor a 2 A, se permite instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de capacidad nominal o ajuste de disparo no superior al 300 %.*
2) *No es necesario un dispositivo individual de sobrecorriente cuando el dispositivo de protección del primario ofrezca la protección especificada en este Artículo.*
3) *Cuando el transformador esté instalado en un circuito de control de motores, de acuerdo con alguna de las Excepciones del Artículo 430-72.c).*
4) *Lo que establece el siguiente apartado b).2).*

2) Primario y secundario.- Cuando un transformador de 600 V nominales o menos tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente del secundario de capacidad nominal o ajuste de disparo para que se abra a valores no mayores al 125 % de la corriente nominal del secundario, no se requiere que tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado del primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador al primario tenga una corriente nominal o esté ajustado para que se abra a valores no mayores al 250 % de la corriente nominal del primario.

Cuando un transformador de 600 V nominales o menos, equipado con protección coordinada térmica y de sobrecarga instalada por el fabricante y dispuesta de modo que interrumpa la corriente del primario, no es necesario que tenga un dispositivo individual de protección contra sobrecarga en el primario si el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador del primario tiene una corriente nominal o ajuste de disparo no superior a seis (6) veces la corriente nominal del transformador, en transformadores con una impedancia no superior al 6 %, y no superior a cuatro veces la corriente nominal del transformador en los que tengan una impedancia superior al 6 % pero no superior al 10 %.

Excepción: Cuando la corriente nominal del secundario de un transformador sea de 9 A o más y el 125 % de la misma no corresponda a un valor estándar de un fusible o un interruptor automático no ajustable, se permite tomar el valor inmediato superior al correspondiente del Artículo 240-6.

Cuando la corriente nominal del secundario sea menor a 9 A, se permite instalar un dispositivo de protección de corriente nominal o ajuste de disparo no superior al 167 % de la corriente nominal del secundario.

c) Transformadores de voltaje.- Los transformadores de voltaje instalados en interiores o en encerramientos, deben estar protegidos con fusibles en el primario.

NOTA.- Para la protección de transformadores de voltaje en circuitos de instrumentos, véase el Artículo 384-32.

450-4. Autotransformadores de 600 V nominales o menos

a) Protección contra sobrecorriente.- Todos los autotransformadores de 600 V nominales o menos deben estar protegidos por dispositivos individuales de sobrecorriente instalados en serie con cada conductor de suministro no puesto a tierra. Tal dispositivo de protección debe tener una capacidad nominal o ajuste de disparo no superior al 125 % de la corriente nominal a plena carga del autotransformador. No se debe instalar un dispositivo de protección sobrecorriente en serie con el devanado en derivación (el devanado común a los circuitos de entrada y de salida) del autotransformador, es decir, entre los puntos A y B de la Figura 450-4.

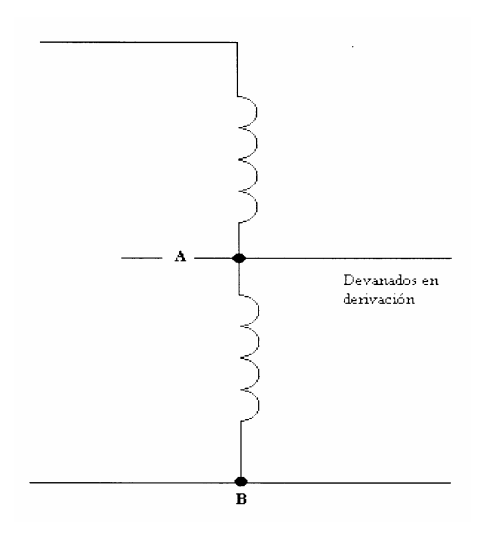


FIGURA 450-4

<u>Excepción:</u> *Cuando la corriente nominal de entrada del autotransformador sea de 9 A o más y el 125 % de esa corriente no corresponda a los valores estándar de un fusible o un interruptor automático no ajustable, se permite tomar el valor inmediato superior al establecido en el Artículo 240-6. Cuando la corriente nominal de entrada sea menor a 9 A, se permite instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de corriente nominal o ajuste no superior al 167 % de la corriente de entrada.*

b) Transformador conectado al inductor y utilizado como autotransformador.- Un transformador conectado al inductor y utilizado como autotransformador, debe estar identificado para utilizarlo a voltaje elevado.

NOTA.- Para más información de los usos permitidos de los autotransformadores, véase el Artículo 210-9.

450-5. Autotransformadores de puesta a tierra.- Los autotransformadores de puesta a tierra de los que trata esta Sección, son transformadores conectados en zigzag o en T a sistemas trifásicos y trefilares sin poner a tierra con el fin de crear un sistema de distribución trifásico tetrafilar o para tener una referencia de neutro para fines de puesta a tierra. Tales transformadores deben tener una corriente nominal continua por cada fase y otra corriente nominal continua del neutro.

NOTA.- La corriente de fase en un autotransformador de puesta a tierra es un tercio de la corriente del neutro.

a) Sistemas trifásicos de cuatro hilos.- Un autotransformador de puesta a tierra usado para crear un sistema de distribución trifásico tetrafilar a partir de un sistema trifásico trifilar no puesto a tierra, debe cumplir con lo siguiente:

1) **Conexiones.-** El transformador se debe conectar directamente a los conductores de fase no puestos a tierra y no se debe conectar con un interruptor o un sistema de protección contra sobrecorriente que sea independiente del interruptor principal y del dispositivo común de protección contra sobrecorriente, de disparo común, del sistema trifásico de cuatro polos.

2) **Protección contra sobrecorriente.-** Se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente que abra el interruptor principal o dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común especificado en el anterior apartado a).1), cuando la carga del autotransformador alcance o supere el 125 % de su corriente nominal continua por fase o neutro. Se permite el disparo retardado del dispositivo de sobrecorriente del autotransformador cuando se produzcan sobrecorrientes temporales (transitorias), para que funcionen adecuadamente los dispositivos de protección del alimentador o ramal en los sistemas tetrafilares.
3) **Detección de fallas del transformador.-** En los sistemas trifásicos de cuatro hilos se debe instalar un dispositivo de detección de fallas que abra un interruptor principal o dispositivo de protección contra sobrecorriente para proteger la instalación contra fallas de una sola fase o internas.

NOTA.- Esta protección se puede conseguir mediante dos transformadores de corriente, tipo toroidal, conectados sustractivamente e instalado de modo que detecten e indiquen si se produce un desequilibrio de corriente en la corriente de línea del autotransformador, de un valor del 50 % o más de la corriente nominal.

4) **Corriente nominal.-** El autotransformador debe tener una corriente nominal continua de neutro suficiente para la corriente de falla a tierra especificada.

b) Referencia de puesta a tierra para los dispositivos de protección contra fallas.- Un autotransformador de puesta a tierra que se utilice para suministrar una referencia de magnitud específica de corriente de falla a tierra para la operación de un dispositivo de sensible a fallas a tierra en sistemas trifásicos trefilares no puestos a tierra, debe cumplir los siguientes requisitos:

1) **Corriente nominal.-** El autotransformador debe tener una corriente nominal continua de neutro suficiente para la corriente de falla a tierra especificada.
2) **Protección contra sobrecorriente.-** En el circuito ramal del autotransformador de puesta a tierra se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente con una corriente de apertura adecuada para cortocircuitos, que abra simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra y que tenga una corriente nominal o ajuste de disparo que no supere el 125 % de la corriente nominal continua por fase del autotransformador o el 42 % de la corriente nominal continua de cualquier dispositivo conectado en serie con el neutro del autotransformador. Se permite el disparo retardado del dispositivo de sobrecorriente para que operen adecuadamente los dispositivos de disparo sensibles a fallas a tierra del sistema principal en caso de corrientes transitorias, pero su valor no debe superar el equivalente a la corriente nominal por corto tiempo del autotransformador de puesta a tierra o de cualquier dispositivo conectado en serie con el neutro del mismo.

c) Referencia de puesta a tierra para amortiguación de sobrevoltajes transitorios.- Un autotransformador de puesta a tierra utilizado para limitar sobrevoltajes transitorios, debe tener una capacidad nominal suficiente y estar conectado como indica el anterior apartado a).1).

450-6. Barraje secundario.- Un barraje secundario es un circuito que funciona a 600 V nominales o menos entre fases, que conecta dos fuentes de alimentación o dos puntos de una fuente de alimentación, como los secundarios de dos transformadores. El barraje puede consistir en uno o más conductores por fase. A efectos de este Artículo, “transformador” se emplea como transformador independiente o un banco de transformadores que funcionan como una sola unidad.

a) Circuitos de barraje.- Los circuitos de barrajes secundarios deben llevar protección contra sobrecorriente en ambos extremos, como exige la Sección 240.

Excepción: *En las condiciones descritas en los siguientes apartados a).1) y a).2), se permite que la protección contra sobrecorriente esté de acuerdo con lo que se establece en a).3).*

1) **Cargas sólo en los puntos de suministro al transformador.-** Cuando todas las cargas estén conectadas en los puntos de suministro al transformador en cada extremo del barraje y no exista protección contra sobrecorriente según la Sección 240, la capacidad nominal de corriente del barraje no debe ser menor al 67 % de la corriente nominal del secundario del mayor transformador conectado al sistema de barraje secundario.
2) **Cargas conectadas entre puntos de suministro al transformador.-** Cuando haya una carga conectada al barraje en cualquier punto entre los de suministro al transformador y no exista protección contra sobrecorriente según la Sección 240, la capacidad nominal de corriente del barraje no debe ser menor al 100 % de la corriente nominal del secundario del mayor transformador conectado al sistema de barraje secundario.

Excepción: *Lo establecido en el siguiente apartado a).4).*

3) **Protección del circuito de barraje.-** En las circunstancias descritas en los anteriores apartados, los dos extremos de cada conductor del barraje deben ir equipados con un dispositivo de protección que se abra a una temperatura predeterminada del conductor del barraje en condición de cortocircuito. Esta protección debe consistir en: 1) un conector de cable, terminal o lengüeta con un enlace fusible, conocido como limitador, de un tamaño correspondiente con la sección transversal del conductor y de construcción y características de acuerdo con el voltaje de funcionamiento y el tipo de aislamiento de los conductores de la conexión, o 2) interruptores automáticos accionados por dispositivos con características comparables de corriente-tiempo.
4) **Interconexión de los conductores de fase entre puntos de suministro al transformador.-** Cuando la conexión secundaria consista en más de un conductor por fase, los conductores de cada fase se deben interconectar para establecer un punto de suministro a la carga y cada conductor de la conexión debe llevar en ese punto la protección especificada en a).3).

Excepción: *Se permite conectar cargas a los conductores individuales de una conexión secundaria de conductores en paralelo sin interconectar los conductores de cada fase y sin la protección establecida en a).3) anterior sobre los puntos de conexión de la carga, siempre que los conductores de cada fase tengan una capacidad combinada no menor al 133 % de la corriente nominal del secundario del mayor transformador conectado al sistema de conexión secundario; las cargas totales conectadas a dichos puntos no deben superar la corriente nominal del secundario del mayor transformador y las cargas deben estar igualmente divididas entre las fases y entre los conductores individuales de cada fase, en la medida de lo posible.*

5) **Control del circuito de barraje.-** Cuando el voltaje de funcionamiento supere los 150 V a tierra, los barrajes secundarios dotados de limitadores deben tener un interruptor en cada extremo que, cuando se abran, desenergicen los conductores de barraje y limitadores asociados. La corriente nominal del interruptor no debe ser menor a la corriente nominal de los conductores conectados al mismo. El interruptor debe ser capaz de abrir su corriente nominal y debe estar construido de modo que no se abra por las fuerzas magnéticas producidas por la corriente de cortocircuito.

b) Protección contra sobrecorriente de conexiones secundarias.- Cuando se utilicen barrajes secundarios, en las conexiones con el secundario de cada transformador se de instalar un dispositivo de sobrecorriente con capacidad nominal o ajuste de disparo no superior al 250 % de la corriente nominal del secundario de los transformadores. Además, en la conexión con el secundario de cada transformador, se debe instalar un interruptor automático accionado por un relee de corriente inversa ajustado para que abra el circuito a una corriente no superior a la corriente nominal del secundario del transformador.

450-7. Funcionamiento en paralelo.- Se permite que los transformadores funcionen en paralelo y se conecten y desconecten como una unidad, siempre que el dispositivo de protección contra sobrecorriente de cada transformador, cumpla los requisitos del Artículo 450-3.a).1) o b).2).

450-8. Resguardo.- Los transformadores se deben resguardar según se especifica en los siguientes apartados:

a) Protección mecánica.- Cuando los transformadores estén expuestos a daños físicos, se deben adoptar las medidas adecuadas para reducir al mínimo la posibilidad de daños por causas externas.

b) Carcasas o encerramiento.- Los transformadores tipo seco deben ir instalados en una carcasa o encerramiento no combustible y resistente a la humedad que ofrezca una protección razonable contra la entrada accidental de objetos extraños.

c) Partes energizadas expuestas.- Se permite que los interruptores u otros equipos que funcionen a 600 V nominales o menos y que estén conectados únicamente a equipos dentro del encerramiento del transformador, estén instalados dentro de este si sólo son accesibles a personas calificadas. Todas las partes energizadas se deben resguardar según lo establecido en los Artículos 110-17 y 110-34.

d) Advertencia de voltaje.- El voltaje de funcionamiento de las partes energizadas expuestas en las instalaciones de transformadores, se debe indicar por signos o rótulos visibles colocados en los equipos o estructuras.

450-9. Ventilación.- Debe haber ventilación adecuada para disipar las pérdidas del transformador a plena carga sin dar lugar a aumentos de temperatura que superen sus valores nominales.

NOTAS:

1) Véanse también las normas ANSI/IEEE C57.12.00-1987 General Requerientes for Liquid-Inmerse Distribution, Power and Regulating Trnasformers y ANSI/IEEE C57.12.01-1987 General Requerientes for Dry-Type Distribution and Power Transformers.
2) En algunos transformadores se pueden presentar pérdidas adicionales si se producen corrientes no senoidales que dan lugar a un aumento de calor, por encima del valor nominal del transformador. Cuando se utilizan transformadores con cargas no lineales, se puede ver la norma ANSI/IEEE C57.110-1986 Recommended Practice for Establishing Transformer Capability When Supplying Nonsinusoidal Load Currents.

Los transformadores con aberturas de ventilación se deben instalar de modo que no queden bloqueadas por paredes u otros obstáculos. En el transformador deben estar claramente rotuladas las instancias necesarias.

410-10. Puesta a tierra.- Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de las instalaciones de transformadores, como vallas, barreras, resguardos, etc., se deben poner a tierra cuando sea necesario, en las condiciones y con los métodos especificados en la Sección 250 para los equipos eléctricos y otras partes metálicas expuestas.

450-11. Rotulado.- Todos los transformadores deben llevar una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, los siguientes valores nominales: potencia en kVA, frecuencia, voltaje del primario y del secundario, impedancia para transformadores de 25 kVA en adelante, las distancias necesarias que se deben dejar libres para las aberturas de ventilación y la cantidad y tipo de líquido aislante, en su caso. Además, en la placa de características de todos los transformadores tipo seco se debe incluir la clase de temperatura del sistema de aislamiento.

NOTA.- Véase la NTE INEN 2 130 Transformadores, Placa de características.

450-12. Espacio de alambrado para terminales.- El espacio mínimo para las curvas de los alambres en los terminales fijos de los transformadores de 600 V y menos y en los terminales de las cargas, debe ser el establecido en el Artículo 373-6. El espacio para conexiones en espiral debe cumplir lo establecido en la Tabla 370-16.b).

450-13. Ubicación.- Los transformadores y bóvedas para transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para su inspección y mantenimiento.

Excepciones:

1) *No es necesario que sean accesibles los transformadores tipo seco de 600 V nominales o menos instalados en paredes, columnas o estructuras.*
2) *Se permite instalar transformadores tipo seco de 600 V nominales o menos y que no superen los 50 kVA, en espacios huecos de edificaciones resistentes al fuego y no permanentemente cerradas por la estructura, siempre que cumplan los requisitos de ventilación del Artículo 450-9. No es necesario que los transformadores así instalados sean fácilmente accesibles.*

Si no se indica otra cosa en esta Sección, "resistente al fuego" significa una construcción con una resistencia al fuego mínima de una hora.

NOTAS:

1) Véanse Method for FireTests of Building Construction and Materials, ANSI/ASTM E119-88, y Standard Methods of Tests of Fire Endurance of Building Construction and Materials, NFPA 251-1995.
2) De la ubicación de los distintos tipos de transformadores trata la Sección 450, Parte B. De la ubicación de las bóvedas para transformadores trata el Artículo 450-41.

B. Disposiciones específicas para los distintos tipos de transformadores

450-21. Transformadores tipo seco instalados en interiores

a) Hasta 112,5 kVA.- Los transformadores tipo seco instalados en interiores y de 112,5 kVA nominales o menos, deben instalarse con una separación mínima de 0,30 m de cualquier material combustible.

Excepciones:

1) *Cuando estén separados del material combustible por una barrera resistente al fuego y aislante del calor.*
2) *Los transformadores de 600 V nominales o menos completamente encerrados, con o sin aberturas de ventilación.*

b) De más de 112,5 kVA.- Los transformadores individuales de tipo seco de más de 112,5 kVA nominales, se deben instalar en una bóveda para transformadores de construcción resistente al fuego.

Excepciones:

1) *Los transformadores con un aumento nominal de la temperatura de funcionamiento de 80°C o más que estén separados del material combus tible por una barrera resistente al fuego y aislante del calor colocada a no menos de 1,80 m horizontalmente y de 3,60 m verticalmente.*
2) *Los transformadores con un aumento nominal de la temperatura de funcionamiento de 80°C en adelante, completamente encerrados pero co n aberturas de ventilación.*

c) Para más 35 000 V.- Los transformadores tipo seco de más de 35 000 V nominales, se deben instalar en una bóveda que cumpla lo establecido en la Parte C de esta Sección.

450-22. Transformadores tipo seco instalados en exteriores.- Los transformadores tipo seco instalados en exteriores, deben tener un encerramiento a prueba de intemperie. No se deben instalar los transformadores superiores a los 112,5 kVA a menos de 0,30 m de los materiales combustibles de edificaciones.

<u>Excepción:</u> Los transformadores con un aumento nominal de la temperatura de funcionamiento de 80° C en adelante, completamente encerrados pero con aberturas de ventilación.

450-23. Transformadores aislados con líquidos de alto punto de inflamación.- Se permite instalar transformadores aislados con líquidos cuyo punto de inflación no sea menor a 300° C, siempre que cumplan alguno de los siguientes apartados a) o b):

a) Instalaciones interiores.- Se permite instalar transformadores con líquido de alto punto de inflamación bajo alguna de las tres opciones siguientes:

1) En las edificaciones de Tipo I o Tipo II, en áreas donde se cumplan todas las siguientes condiciones:

a. Que el transformador sea para 35 000 V nominales o menos
b. Que no se almacene materiales combustibles.
c. Que haya una zona de recogida de los líquidos.
d. Que la instalación cumpla todas las restricciones dada por la certificación del líquido.

2) Con un sistema automático de extinción de incendios y una zona de recogida de los líquidos, siempre que el transformador sea para 35 000 V nominales o menos.
3) Según lo que establece el Artículo 450-26.

b) Instalaciones exteriores.- Se permite instalar transformadores con líquidos de alto punto de inflamación en exteriores, sujetos, adyacentes o sobre el tejado de edificaciones, siempre que cumpla alguno de los siguientes requisitos 1) o 2)

1) En edificaciones de Tipo I o Tipo II, la instalación debe cumplir todas las restricciones dadas por la certificación del líquido.

NOTA.- Las instalaciones cercanas a materiales combustibles, salidas de incendios o los vanos de puertas y ventanas, pueden requerir protección adicional tal como se indica en el Artículo 450-27.

2) Según lo que establece el Artículo 450-27.

NOTAS:

1) Las edificaciones de Tipo I y Tipo II se definen en Standard on Types of Building Constructions, ANSI/NFPA 220-1995
2) Véase la definición de "Certificado" en la Sección 100.

450-24. Transformadores aislados en líquidos no inflamables.- Se permite instalar los transformadores aislados en líquidos dieléctricos, identificados como no inflamables, tanto en interiores como en exteriores. Los transformadores instalados en interiores para más de 35 000 V, deben ir en una bóveda para transformadores. Cuando tales transformadores estén instalados en interiores, deben estar provistos de un área para recogida de líquidos y una válvula de alivio de seguridad. Los transformadores deben dotados con un medio para absorber los gases generados por cualquier arco eléctrico que se produzca dentro del tanque o la válvula de alivio de seguridad debe estar conectada a una chimenea o salida de humos que dirija estos gases a un área ambientalmente segura (en la que no puedan contaminar)

NOTA.- Se aumentará la seguridad si se hace un análisis del riesgo de incendio de dichas instalaciones de transformadores.

A efectos de esta Sección, un líquido dieléctrico no inflamable es el que no tiene punto de inflamación o punto de chispa y no es inflamable en el aire.

450-25. Transformadores aislados con Askarel.- El uso de transformadores con aislamiento de Askarel, tanto para uso en interiores como en exteriores, no está permitido en el Ecuador.

NOTA.- Tampoco está permitido el uso de líquidos difenil policlorinados, excepto en las cantidades en ppm, no perjudiciales para la integridad delos seres vivos, permitidas por organismos del estado con jurisdicción sobre este aspecto.

450-26. Transformadores con aislamiento de aceite instalados en interiores.- Los transformadores aislados con aceite para uso en interiores, se deben instalar en una bóveda construida como se indica en la Parte C de esta Sección.

Excepciones:

1) *Cuando la capacidad total no supere los 112,5 kVA, se permite que la bóveda especificada en la Parte C de esta Sección esté hecha de concreto reforzado de no menos de 1 002 mm de espesor.*
2) *Cuando el voltaje nominal no supere los 600 V, no es necesario bóveda de transformadores si se toman las medidas suficientes para evitar que el aceite del transformador queme otros materiales y si la capacidad total de una instalación no supera los 10 kVA en una parte de un edificio clasificada como combustible, o a los 75 kVA si la estructura que rodea al transformador esté clasificada como resistente al fuego.*
3) *Se permite que los transformadores de hornos eléctricos de una potencia total que no supere los 75 kVA se instalen sin bóveda en un edificio o cuarto resistente al fuego, siempre que se tomen las medidas necesarias para evitar que el fuego del aceite de un transformador se propague a otros materiales combustibles.*
4) *Se permite instalar los transformadores en una edificación independiente que no cumpla lo establecido en la Parte C de esta Sección, si ni la edificación ni su contenido ofrecen riesgo de incendio a otros edificios o instalaciones y si la edificación se utiliza únicamente para suministrar el servicio eléctrico y su interior es accesible sólo a personas calificadas.*
5) *Se permite utilizar transformadores con aislamiento de aceite sin bóveda de transformadores, en equipos portátiles y móviles de minería en superficie, como excavadoras eléctricas, si se cumplen todas las condiciones siguientes:*
   a. *Existen medidas para drenar las fugas del líquido.*
   b. *Existe un medio de salida seguro para el personal.*
   c. *Se dispone una barrera de acero con 6,35 mm de espesor, como mínimo, para la protección de las personas.*

450-27. transformadores con aislamiento de aceite instalados en exteriores.- Se deben proteger los materiales combustibles y partes de edificaciones, las salidas de incendios y los vanos de las puertas y ventanas, contra los incendios originados en transformadores con aislamiento de aceite instalados en los tejados y asegurados o próximos a edificaciones o materiales combustibles.

Se considera como protección segura la separación, las barreras resistentes al fuego, los sistemas automáticos de rociado de agua y los encerramientos que rodeen y recogen el aceite de un tanque roto de un transformador. Cuando la instalación del transformador pueda suponer riesgo de incendio, debe haber una o más de estas protecciones, según el grado de riesgo que ello suponga.

Se permite que los encerramientos de aceite consistan en diques, barreras curvas o estanques resistentes al fuego o que sean zanjas rellenas de piedra triturada gruesa. Cuando la cantidad de aceite y el riesgo sean tales que su eliminación sea importante, los recipientes de aceite deben estar dotados con medios para el drenaje.

NOTA.- Para más información sobre transformadores instalados en postes, estructuras o subterráneos, véase la National Eliectrical Safety Code, ANSI C2-1997.

450-28. Modificaciones de los transformadores.- Cuando se hagan modificaciones en un transformador de una instalación ya existente, que modifiquen el tipo de transformador respecto a lo establecido en la Parte B de esta Sección, dicho transformador debe llevar rótulos que indiquen el tipo de líquido aislante utilizado, y la instalación, una vez modificada, debe cumplir los requisitos aplicables a ese tipo de transformador.

C. Bóvedas para transformadores

450-41. Ubicación.- Siempre que sea posible, las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas con aire exterior sin necesidad de utilizar ductos o canales.

450-42.- Paredes, techo y piso.- Las paredes y techos de las bóvedas para transformadores deben estar hechos de materiales con resistencia estructural adecuada alas condiciones de uso y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Los pisos de las bóvedas que estén en contacto con la tierra deben ser de hormigón y de un espesor mínimo de 0,10 m, pero si la bóveda está construida teniendo por debajo un espacio vacío u otras plantas (pisos) del edificio, el piso debe tener una resistencia estructural adecuada para soportar la carga impuesta sobre él y debe tener una resistencia mínima al fuego de tres horas. A efectos de este Artículo no son aceptables las bóvedas con listones y paneles en las paredes.

NOTAS:

1) Para más información, véanse Method for Fire Tests of Building Construccion an Materials, ANSI/ASTM E119-88 y Standard Methods of Tests of Fire Endurance of Building Construction and Materials, ANSI/NFPA 251-1995.
2) Un elemento típico con tres horas de resistencia al fuego es el concreto reforzado de 0,15 m de espesor.

> *Excepción:* *Cuando los transformadores estén protegidos por sistemas de rociadores automáticos de agua, dióxido de carbono o halón, se permite que la construcción tenga una (1) hora de resistencia al fuego.*

450-43. Vanos de puertas.- Los vanos de puertas de las bóvedas para transformadores se deben proteger como sigue:

a) Tipos de puerta.- Todos los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta la bóveda de transformadores, deben estar dotados con una puerta de cierre hermético y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Cuando las condiciones lo requieran, se permite que la autoridad competente exija una puerta de este tipo en los muros exteriores.

> *Excepción:* *Cuando los transformadores estén protegidos por sistemas de rociadores automáticos de agua, dióxido de carbono o halón, se permite que la construcción tenga una hora de resistencia al fuego.*

b) Umbrales (brocales).- Las puertas deben tener un umbral o brocal de altura suficiente para recoger dentro de la bóveda al aceite del transformador más grande que pudiera haber. En ningún caso la altura del umbral debe ser menor a 0,10 m.

c) Cerraduras.- Las puertas deben estar equipadas con cerraduras, permitiéndose el acceso sólo a personas calificadas. Las puertas para el personal deben abrirse hacia fuera y estar dotadas de barras antipánico, placas de presión u otros dispositivos que las mantengan normalmente cerradas pero que se habrán por simple presión.

450-45. Aberturas de ventilación.- Cuando lo exija el Artículo 450-9, se deben practicar aberturas para ventilación de acuerdo con los siguientes apartados a) a f):

a) Ubicación.- Las aberturas de ventilación deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles.

b) Disposición.- Se permite que una bóveda ventilada por circulación natural de aire tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas de ventilación necesarias en una o más aberturas cerca del piso y la restante en una o más aberturas en el techo o en la parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda la superficie de ventilación necesaria esté en una o más aberturas en el techo o cerca de él.

c) Tamaño.- En una bóveda ventilada por circulación natural del aire procedente del exterior, el área neta total de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser menor a 1 936 mm^2 por kVA de los transformadores en servicio. Si los transformadores tienen menos de 50 kVA, en ningún caso el área neta debe ser menor a 0,093 m^2.

d) Cubiertas.- Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas, persianas o pantallas duraderas, de acuerdo con las condiciones necesarias para evitar que se produzcan situaciones inseguras.

e) Compuertas (dampers).- Todas las aberturas de ventilación que den al interior, deben estar dotadas de compuertas de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio que se produzca en el interior de la bóveda. Dichas compuertas deben tener una resistencia al fuego no menor a 1,5 horas.

NOTA.- Véase Standard for Fire Dampers, ANSI/UL 555.1990

F) Ductos.- Los ductos de ventilación deben ser de material resistente al fuego.

450-46. Drenaje.- Cuando sea posible, las bóvedas para transformadores que contengan transformadores de más de 100 kVA, deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua que se produzca en la bóveda, a no ser que por las condiciones locales resulte imposible. Cuando exista drenaje, el piso debe estar inclinado hasta el drenaje.

450-47. Tuberías de agua y accesorios.- En las bóvedas para transformadores no deben entrar ni atravesar los sistemas de conductos o tuberías ajenos ala instalación eléctrica. No se consideran ajenas a la instalación eléctrica, las tuberías u otros aparatos para la protección de las bóvedas contra incendios o para la ventilación de los transformadores.

450-48. Almacenaje en las bóvedas.- Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para almacenaje de materiales.

SECCIÓN 455. CONVERTIDORES DE FASE

A. Generalidades

455-1. Alcance.- Esta Sección trata de la instalación y uso de los convertidores de fase.

455-2. Definiciones

Convertidor de fase estático.- Convertidor sin piezas rotatorias, dimensionado para una determinada carga trifásica, que permita la operación desde una fuente de alimentación monofásica.

Convertidos de fase rotatorio.- Dispositivo que consiste en un transformador rotatorio y panel o paneles de condensadores, que permita la operación de cargas trifásicas a partir de una fuente de alimentación monofásica.

Convertidor de fase.- Un convertidor de fase es un dispositivo eléctrico que convierte un sistema eléctrico de potencia monofásico en trifásico.

NOTA.- Los convertidores de fase tienen características que modifican el par de arranque y la corriente a rotor bloqueado de los motores servidos por sistemas monofásicos, por lo que es necesario tener esto en cuenta al elegir un convertidor de fase para una carga específica.

Fase fabricada.- La fase fabricada o derivada es la que se origina en el convertidor y no está conectada sólidamente a ninguno de los conductores monofásicos de entrada.

455-3. Otras Secciones.- A los convertidores de fase se les aplica todos los requisitos de este Código, excepto las modificaciones introducidas en esta Sección.

455-4. Rotulado.- Todos los convertidores de fase deben tener una placa de características permanente en la que conste: 1) nombre del fabricante, 2) voltaje nominal de entrada y salida, 3) frecuencia, 4) corriente nominal monofásica de entrada a plena carga, 5) carga nominal mínima y máxima monofásica en kVA o HP, 6) carga máxima total en kVA o HP y 7) en el caso de un convertidor de fase rotatorio, su corriente trifásica a plena carga.

455-5. Conexión de puesta a tierra de equipos.- El convertidor debe tener un medio de conexión para el terminal del conductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en el Artículo 250-113.

455-6. Capacidad de corriente de los conductores.- La capacidad de corriente de los conductores del suministro monofásico, no debe ser menor al 125 % de la corriente de entrada a plena carga del convertidor, que conste en su placa de características.

Excepción: Cuando un convertidor de fase suministre corriente a cargas específicas fijas, se permite que los conductores tengan una capacidad de corriente no menor al 250 % de la suma de la corriente nominal trifásica a plena carga de los motores y otras cargas conectadas al convertidor, siempre que los voltajes de entrada y salida al mismo sean idénticos. Cuando los voltajes de entrada y salida al convertidor sean distintos, la corriente determinada según este Artículo se debe multiplicar por la relación entre el voltaje de salida y el de entrada.

NOTA.- Los conductores monofásicos con sección transversal que eviten una caída de voltaje no mayor al 3 % desde la fuente de alimentación hasta el convertidor de fase, pueden contribuir al mejor arranque y funcionamiento de los motores.

455-7. Protección contra sobrecorriente.- El conductor monofásico de alimentación y el convertidor de fase, deben estar protegidos contra sobrecorriente a no más del 125 % de la corriente nominal monofásica de entrada del convertidor a plena carga, según conste en su placa de característica.

Excepciones:

1) *Cuando el convertidor de fase alimente cargas específicas fijas, la protección contra sobrecorriente no debe ser superior al 250 % de la suma de todas las corrientes nominales trifásicas a plena carga de los motores y otras cargas conectadas al convertidor, siempre que el voltaje de entrada y de salida del convertidor de fase sean idénticas. Cuando los voltajes de entrada y salida al convertidor sean distintas, la corriente determinada según este Artículo se debe multiplicar por la relación entre el voltaje de salida y el de entrada.*
2) *Cuando la corriente nominal requerida del fusible o del interruptor automático no corresponda con un valor nominal o de ajuste estándar, está permitido tomar el valor inmediato superior.*

455-8. Medios de desconexión.- Se deben instalar medios de desconexión que desconecten simultáneamente todos los conductores de suministro monofásico no puestos a tierra del convertidor de fase.

a) Ubicación.- El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible y estar ubicado a la vista del convertidor de fase.

b) Tipo.- El medio de desconexión debe ser un interruptor con valor nominal en W o HP, un interruptor automático o un interruptor en carcasa moldeada.

Excepción: Cuando el convertidor de fase no esté conectado a motores, se permite que el interruptor tenga su valor nominal en A.

c) Capacidad.- La capacidad de corriente del medio de desconexión no debe ser menor al 115 % de la corriente nominal máxima monofásica de entrada del convertidor a plena carga.

Excepciones:

1) *Cuando el convertidor de fase esté conectado a cargas específicas fijas y los voltajes de entrada y salida del convertidor sean idénticas, se permite que el medio de desconexión sea un interruptor automático o un interruptor en carcasa moldeada con una capacidad de corriente no menor al 250 % de la suma de las siguientes:*
   a. *Corrientes nominales trifásicas de los motores a plena carga, y*
   b. *Otras cargas servidas. Cuando los voltajes de entrada y salida al convertidor sean distintos, esa corriente se debe multiplicar por la relación entre el voltaje de salida al de entrada.*

2) *Cuando el convertidor de fase alimente cargas específicas fijas y los voltajes de entrada y salida al convertidor sean idénticos, se permite que el medio de desconexión sea un interruptor de valor nominal en W o HP. Ese valor en HP debe ser equivalente al 200 % de la suma de las siguientes:*

   a. *Cargas distintas a las de motores.*
   b. *La corriente trifásica a rotor bloqueado del motor más grande, establecida según las Tablas 430-151 A y 430-151B, y*
   c. *La corriente a plena carga de todos los demás motores trifásicos que puedan funcionar simultáneamente. Cuando los voltajes de entrada y salida al convertidor sean distintos, esa corriente se debe multiplicar por la relación entre el voltaje de salida al de entrada.*

455-9. Conexión de cargas monofásicas.- Cuando se conecten cargas monofásicas al lado de la carga de un convertidor de fase, no se deben conectar a la fase fabricada.

455-10. Cajas de los terminales.- Un convertidor de fase debe llevar una caja para los terminales, que debe cumplir lo establecido en el Artículo 430-12.

B. Disposiciones específicas aplicables a distintos tipos de convertidores de fase

455-20. Medios de desconexión.- Se permite que los medios de desconexión monofásicos de la entrada de un convertidor estático de fase sirvan como medio de desconexión del convertidor y de una sola carga, si esa carga está a la vista del medio de desconexión.

455-21. Arranque.- No se debe suministrar corriente al equipo de utilización hasta que se haya arrancado en marcha el convertidor de fase rotatorio.

455-22. Interrupción del suministro.- El equipo de utilización alimentado desde un convertidor rotatorio de fase, debe estar controlado de manera que, si se interrumpe el suministro de energía se desconecte también el suministro al equipo.

NOTA.- Los arrancadores magnéticos de motores, los contactores magnéticos y dispositivos similares con restablecimiento manual o retardado, proporcionan rearranque después de la interrupción del suministro.

455-23. Condensadores.- Los condensadores que no formen parte integral de un convertidor de fase rotatorio pero se instalen para una carga de motor, se deben conectar del lado de la línea del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga.

SECCIÓN 460. CONDENSADORES

460-1. Alcance.- Esta Sección trata de la instalación de condensadores en los circuitos eléctricos. Se excluyen de estos requisitos los condensadores amortiguadores o los incluidos como componentes de otros equipos y que cumplan los requisitos de dichos equipos.

Esta Sección trata también de las instalaciones de condensadores en lugares peligrosos (clasificados), con las modificaciones previstas en las Secciones 501 a 503.

460-2. Encerramientos y resguardo.

a) Los que contienen más de 11,4 L de líquido inflamable.- Los condensadores que contengan más de 11,4 L de líquido inflamable, deben estar instalados en bóvedas o, si es en exteriores, en encerramientos vallados que cumplan lo establecido en la Sección 710. Este límite se aplica a cualquier unidad sencilla en una instalación de condensadores.

b) Contacto accidental.- Los condensadores deben estar encerrados, ubicados o resguardados, de modo que las personas no puedan entrar en contacto accidental ni puedan poner materiales conductores en contacto accidental con las partes energizadas expuestas, terminales o barras asociadas a las mismas.

> *Excepción: No es necesario resguardo adicional en encerramientos que sean accesible únicamente a personas calificadas y autorizadas.*

A. Hasta 600 V nominal inclusive

460-6. Descarga de la energía almacenada.- Los condensadores deben tener un medio para descargar la energía almacenada.

a) Tiempo de descarga.- El voltaje residual de un condensador se debe reducir a 50 V nominales o menos en menos de un minuto a partir de la desconexión del condensador de la fuente de alimentación.

b) Medio de descarga.- El circuito de descarga debe estar permanentemente conectado a los terminales del condensador o grupo de condensadores o estar dotado de un medio automático de desconexión de dicho circuito a los terminales cuando la línea quede sin voltaje. No se debe utilizar un medio manual para conectar o desconectar el circuito de descarga.

460-8. Conductores

a) Capacidad de corriente.- La capacidad de corriente de los conductores de un circuito de condensadores no debe ser menor al 135 % de la corriente nominal del condensador. La capacidad de corriente de los conductores que conecten un condensador con los terminales de un motor o con los conductores de un circuito de motores, no debe ser menor a 1/3 de la capacidad de corriente de los conductores del circuito del motor y en ningún caso menor al 135 % de la corriente nominal del condensador.

b) Protección contra sobrecorriente

1) En cada conductor no puesto a tierra de cada banco de condensadores se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente.

> *Excepción: No se requiere un dispositivo de protección contra sobrecorriente cuando el condensador está conectado del lado de la carga del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga.*

2) La corriente nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente debe ser lo más baja posible.

c) Medios de desconexión

1) En cada conductor no puesto a tierra de cada banco de condensadores se debe instalar un medio de desconexión.

Excepción: *Cuando el condensador esté conectado del lado de la carga de un dispositivo de protección del motor contra sobrecarga.*

2) El medio de desconexión debe abrir simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.
3) Se permite que el medio de desconexión desconecte el condensador de la línea como procedimiento normal de funcionamiento.
4) La corriente nominal del medio de desconexión no debe ser menor al 135 % de la corriente nominal del condensador.

460-9. Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga.- Cuando una instalación de motores incluya un condensador conectado en el lado de la carga del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga, la capacidad nominal o ajuste de dicho dispositivo se debe basar en el factor de potencia mejorado del circuito del motor. Para determinar la capacidad nominal de corriente de los conductores del circuito del motor, según el Artículo 430-22, se puede despreciar el efecto del condensador.

460-10. Puesta a tierra.- Las carcasas de los condensadores se deben poner a tierra de acuerdo con la Sección 250.

Excepción: *Cuando los condensadores estén apoyados en una estructura diseñada para funcionar a un potencial distinto del de tierra.*

460-12. Rotulado.- Todos los condensadores deben llevar una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, voltaje nominal, frecuencia, kilovoltamperios reactivos o A (kVAr o A), número de fases y, si lleva líquido combustible, la cantidad de líquido en litros o galones. Si están rellenos de líquido no inflamable, también se debe indicar en la placa de característica. Esta debe indicar, además, si el condensador lleva instalado un dispositivo de descarga en el interior de la carcasa.

B. De más de 600 V nominales

460-24. Conexión y desconexión

a) Corriente de carga.- Para conectar y desconectar los condensadores se deben utilizar interruptores operados en grupo que sean capaces de: 1) soportar continuamente una corriente no menor al 135 % de la corriente nominal del condensador o condensadores; 2) interrumpir la corriente de carga máxima continua de cada condensador, banco o instalación de condensadores que se controlen como una unidad; 3) soportar la máxima corriente momentánea de carga (inrush), incluidas las adicionales de las instalaciones adyacentes de condensadores; 4) transportar las corrientes debidas a fallas en el lado de los condensadores del interruptor.

b) Separación

1) Se debe instalar un medio que permita separar de todas las fuentes de voltaje a todos los condensadores, bancos o instalaciones de condensadores que se puedan sacar del servicio simultáneamente.

2) El medio de separación debe establecer una separación visible en el circuito eléctrico, adecuada para el voltaje de funcionamiento.
3) Los interruptores de separación o desconexión (sin corriente nominal de interrupción) deben ir enclavados con el dispositivo de interrupción de la carga o deben estar dotados de señales de advertencia bien visibles de acuerdo con el Artículo 710-22, para evitar la interrupción de la corriente de carga.

c) Otros requisitos para condensadores en serie.- Se debe asegurar la secuencia de desconexión y conexión apropiados, mediante el uso de uno de los siguientes mecanismos: 1) conmutadores de separación y derivación de secuencia mecánica; 2) enclavamientos o 3) un procedimiento de conmutación que esté claramente explicado al lado de los conmutadores.

460-25. Protección contra sobrecorriente

a) Provisto para detectar e interrumpir corriente de falla.- Se debe instalar un medio para detectar e interrumpir cualquier corriente de falla que pudiera causar presiones peligrosas dentro de un condensador individual

b) Dispositivos monofásicos o polifásicos.- Para este fin se permite utilizar dispositivos monofásicos o polifásicos.

c) Protegidos individualmente o en grupos.- Se permite proteger los condensadores individualmente o en grupos.

d) Dispositivos de protección con capacidad nominal o ajustable.- Los dispositivos de protección de los condensadores o grupos de condensadores deben tener una corriente nominal suficiente o ajustable para funcionar dentro de los límites de seguridad de cada condensador.

Excepción: Si los dispositivos de protección tienen una corriente nominal o ajustable que les permita funcionar dentro de los límites de la Zona 1 o Zona 2, los condensadores deben estar encerrados o separados.

En ningún caso la corriente nominal o ajustable de los dispositivos de protección debe superar los límites máximos de la Zona 2.

NOTA.- Para las definiciones de la Zona de seguridad, Zona 1 y Zona 2, véase Shunt Power Capacitors, ANSI/IEEE 18-1992.

460-26. Identificación.- Todos los condensadores deben llevar una placa de características permanente en la que conste el nombre del fabricante, voltaje nominal, frecuencia, kilovoltamperios reactivos o amperios (kVAr o A), número de fase y si llevan líquido inflamable, la cantidad del líquido en litros o galones.

460-27. Puesta a tierra.- Los neutros y carcasas de los condensadores, si van puestos a tierra, se deben hacer de acuerdo con lo establecido en la Sección 250.

Excepción: Cuando las unidades de los condensadores estén apoyadas en una estructura diseñada para funcionar a un potencial distinto del de tierra.

460-28. Medios de descarga

a) Medios para reducir el voltaje residual.- Se debe instalar un medio para reducir el voltaje residual de un condensador a 50 V nominales o menos en menos de 5 minutos a partir de la desconexión del condensador de la fuente de alimentación.

b) Conexión a los terminales.- El circuito de descarga debe estar permanentemente conectado a los terminales del condensador o grupo de condensadores o estar dotado de un medio automático de conexión del circuito a los terminales cuando se desconecten de la fuente de

alimentación. Los devanados de los motores, transformadores u otros equipos conectados directamente a los condensadores sin interruptores ni dispositivos de sobrecorriente interpuestos, deben cumplir los requisitos del anterior apartado a).

SECCIÓN 470. RESISTENCIA Y REACTANCIAS

Para los reostatos véase el Artículo 430-82

A. Hasta 600 V nominales inclusive

470-1. Alcance.- Esta Sección trata de la instalación de resistencias y reactancias individuales en circuitos eléctricos.

> *Excepción:* *Las resistencias y reactancias que formen parte de otros equipos.*

Esta Sección trata también de la instalación de resistencias y reactancias en lugares peligrosos (clasificados), con las modificaciones de las Secciones 501 a 504.

470-2. Ubicación.- Las resistencias y reactancias no se deben instalar donde estén expuesta s a daños físicos.

470-3. Espacio de separación.- Si el espacio entre las resistencias y reactancias y cualquier material combustible es de 0,30 m, se debe instalar una barrera térmica.

470-4. Aislamiento de los conductores.- Los conductores aislados que se utilicen para conectar elementos resistidos y controladores, deben ser adecuados para funcionar a una temperatura no menor a 90°C.

> *Excepción:* *Se permite otro aislamiento para los conductores de los dispositivos de arranque de los motores.*

B. De más de 600 V nominales

470-18. Generalidades

a) Protegidos contra daños físicos.- Las resistencias y las reactancias deben estar protegidas contra daños físicos.

b) Separadas por encerramiento o por elevación.- Las resistencias y las reactancias deben estar separadas por encerramientos o por elevación para proteger a las personas del contacto accidental con las partes energizadas.

c) Materiales combustibles.- No se deben instalar resistencias y reactancias en lugares próximos a materiales combustibles que puedan producir riesgo de incendio y se debe dejar un espacio no menor a 0,30 m hasta dichos materiales.

d) Distancias.- Las distancias de las resistencias y reactancias hasta las superficies puestas a tierra deben ser adecuadas para el voltaje existente.

NOTA.- Véase la Sección 710.

e) Aumento de temperatura debido a las corrientes circulantes inducidas.- Los encerramientos metálicos de las resistencias y reactancias y las partes metálicas adyacentes, deben instalarse de modo que su aumento de temperatura debido a las corrientes inducidas no constituya un peligro para las personas ni un riesgo de incendio.

470-19. Puesta a tierra.- Las carcasas o encerramientos de las resistencias y reactancias se deben poner a tierra de acuerdo a la Sección 250.

470-20. Reactancias en aceite.- La instalación de reactancias sumergidas en aceite, además de los anteriores requisitos, debe cumplir los requisitos aplicables de la Sección 450.

SECCIÓN 480. BATERÍAS DE ACUMULADORES

481-1. Alcance.- Las disposiciones de esta Sección se aplican a todas las instalaciones estacionarias con baterías de acumuladores.

480-2. Definiciones

Batería de acumuladores.- Batería formada por una o más celdas recargables de tipo plomo-ácido, níquel-cadmio o de otro tipo electroquímico recargable.

Celda o batería sellada.- Una celda o betería sellada es la que no tiene previsión para la adición de agua o electrolito, ni previsión externa para medir la densidad del electrolito. Se permite que las celdas individuales tengan un dispositivo de ventilación como se describe en el Artículo 480-9.b).

Voltaje nominal de la batería.- El voltaje nominal se calcula a 2, V por celda en las baterías de plomo-ácido y 1,2 V por celda en las alcalinas.

480-3. Alambrado y equipos alimentados por baterías.- El alambrado y los equipos alimentados por baterías de acumuladores deben someterse a los requisitos de este Código relativos a las instalaciones y equipos que funcionen al mismo voltaje.

480-4. Puesta a tierra.- Se deben cumplir los requisitos de la Sección 250.

480-5. Aislamiento de las baterías de no más de 250 V.- Esta Sección se aplica a las baterías de acumuladores que tengan sus celdas conectadas de manera que puedan funcionar a un voltaje nominal no superior a 250 V.

a) Baterías ventiladas de plomo – ácido.- No es necesario que lleven otro soporte aislante las celdas y baterías de varios comportamientos con cubiertas selladas en recipientes de material no conductor y resistente al calor.

b) Baterías ventiladas de tipo alcalino.- No es necesario otro soporte aislante de las celdas con cubiertas selladas sobre los vasos de material no conductor y resistente al calor. Las celdas en vasos de material conductor, deben ir instaladas en bandejas de material no conductor en grupos de no más de 20 celdas (24 V nominales) conectadas en serie en una bandeja.

c) Vasos de goma.- No es necesario que lleven otro soporte aislante las celdas en vasos de goma o compuestos, siempre que el voltaje nominal total de todas las celdas en serie no supere los 150 V. Cuando el voltaje total supere los 150 V, las baterías se deben dividir en grupos de 150 V o menos y cada grupo debe tener sus celdas instaladas en bandejas o bastidores.

d) Celdas o baterías selladas.- No es necesario que lleven otro soporte aislante las celdas y las baterías selladas de varios comportamientos hechos de material no conductor y resistente ala calor. Las baterías con recipiente de material conductor, deben tener un soporte aislante si existe voltaje entre el recipiente y la tierra.

480-6. Aislamiento de las baterías de más de 250 V.- A las baterías de acumuladores con celdas conectadas de modo que puedan funcionar a voltajes nominales superiores a 250 V, se les debe aplicar las disposiciones del Artículo 480-5 y además las de esta Sección. Las celdas deben estar instaladas en grupos con un voltaje nominal total no superior a 250 V. Entre los grupos debe haber un aislante, que puede ser aire, y entre las partes energizadas de la batería con polaridad contraria debe haber una separación mínima de 50 mm, siempre que el voltaje de la batería no supere los 600 V.

480-7. Bandejas y bastidores.- Las bandejas y bastidores deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados a) y b):

a) Bastidores.- A efectos de esta Sección, un bastidor es un armazón rígido diseñado para soportar celdas o bandejas de las baterías. Los bastidores deben ser sólidos y estar hechos de alguna de las siguientes formas:

1) Metal tratado de modo que resista la acción del electrolito y dotado de partes no conductoras en las que se apoyen directamente las celdas o de un material aislante continuo que no sea la pintura o partes conductoras.
2) Otro material como fibra de vidrio o cualquier material adecuado no conductor.

b) Bandejas.- Las bandejas son armazones como huacales o cajas poco profundas generalmente de madera u otro material no conductor, construidas o tratadas de modo que resistan la acción deteriorante del electrolito.

480-8. Locales para baterías.- Los locales para baterías deben cumplir los requisitos de los siguientes apartados a) y b):

a) Ventilación.- Debe haber ventilación y difusión de los gases provenientes de las baterías, suficientes para evitar la acumulación de una mezcla explosiva.

b) Partes energizadas.- Las partes energizadas deben estar resguardadas de acuerdo con el Artículo 110-17.

480-9. Medios de ventilación

a) En las celdas.- Las celdas con salida de ventilación deben ir equipadas con un supresor de llama que evite la destrucción de la celda debido a la ignición de los gases que haya dentro de la misma por una chispa o llama externa bajo condiciones normales de funcionamiento.

b) Celdas selladas.- Las baterías/celdas selladas deben estar equipadas con una válvula de alivio de presión que evite el aumento de ésta por acumulación excesiva de los gases o deben estar diseñadas de modo que eviten la diseminación de los trozos de la celda en el caso de que se produzca su explosión.